Postversandort München

Funkschau

INGENIEUR-AUSGABE

23. JAHRGANG

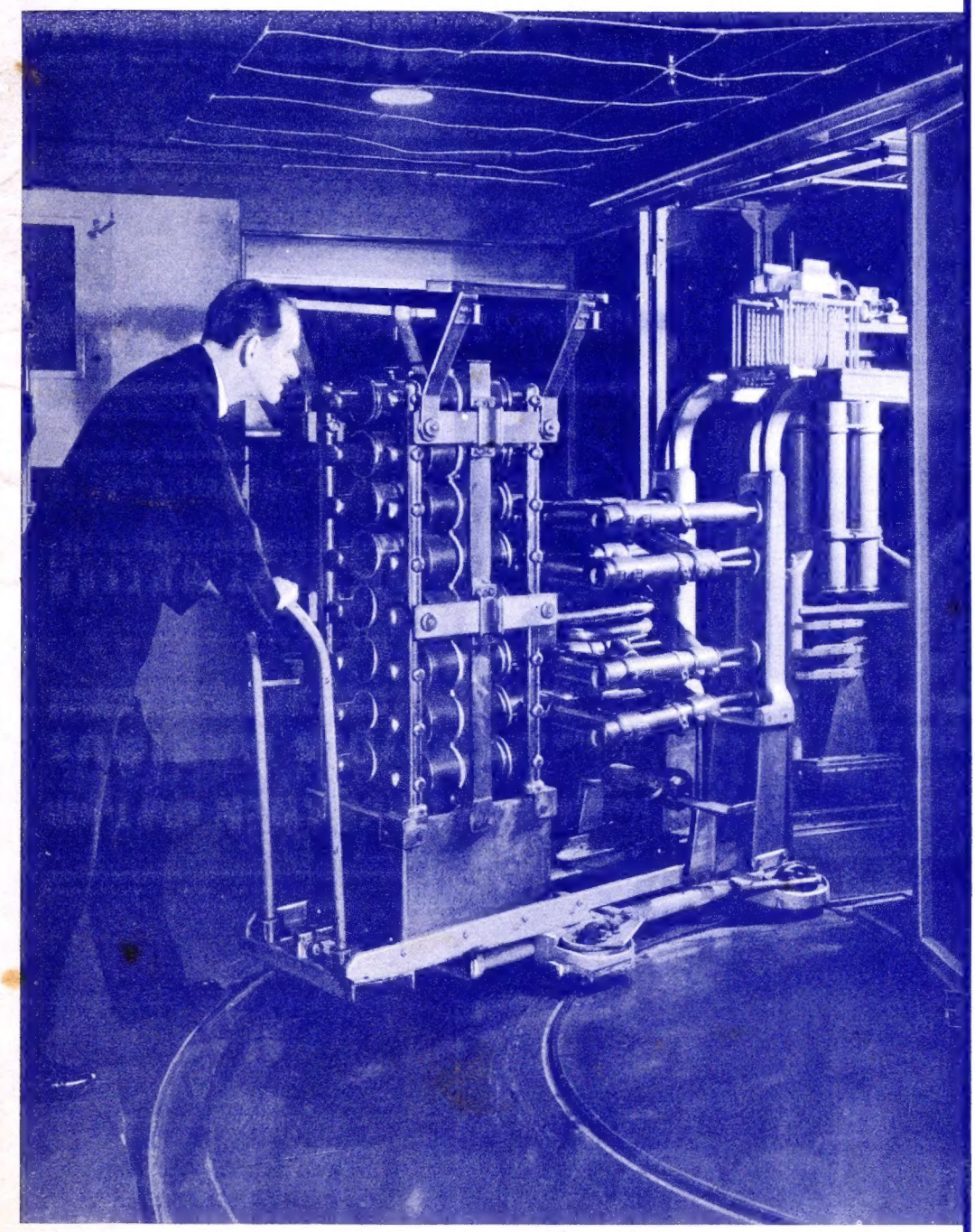
2. Jan.-Heft 1951 Nr. 2

ZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER

Erscheint am 5. und 20. eines jeden Monats

FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN-BERLIN

Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer



In Kurzwellen-Großsendern hat man das Problem der Wellenumstellung durch fahrbare Abstimmeinheiten gelöst, wie dieses Bild von der Endstufe eines 100-kW-Senders der BBC. in Skelton erkennen läßt. Der „Tankkreis-Wagen" enthält Spulen, Kondensatoren und die zugehörige Verdrahtung, so daß man den Bereichwechsel innerhalb weniger Minuten vornehmen kann. (Foto: BBC, London)

Aus dem Inhalt

Produktiver Jahresanfang .. 23
Prüfsender 23
Aktuelle Funkschau 24
25 Jahre Schaub-Radio 24
Funktechnische Fachliteratur ... 24
Einführung in die Fernseh-Praxis, 2. Allgemeiner Überblick (Schluß) 25/26
UKW-Prüfsender für das 3-m-Band. Neue FUNKSCHAU-Bauanleitung 27/28
Randgebiete der Funktechnik: **Elektrokardiografie** ... 29/30
Autoentstörung leicht gemacht .. 30
FUNKSCHAU-Auslandsberichte 30
Abgleich des Diskriminators 31
Praxis des UKW-Empfanges, Erfahrungsbericht und Vorschläge 31
Winke für die Aufstellung des UKW-Dipols 32
Leichtere Nachrichtengeräte ... 32
Niederfrequente Bandbreitenregelung 33
Für den Anfänger: **Über den Isolationswiderstand von Kopplungskondensatoren** . 34
Fernsehen im UHf-Band 475...890 MHz 35
Wie beseitigt man Amateurfunkstörungen 36
Kurzwellenrundfunk 36
FUNKSCHAU-Prüfbericht und -Servicedaten: **Philips „Philetta 51"** .. 37/38
Radio-Meßtechnik, 19. Folge: Widerstandsmessung 39/40
Wiedergabe hoher Qualität 41/42
Vorschläge für die Werkstattpraxis: Vorsicht bei Heizkreis-Umschaltungen; Brummfreier Allstromheizkreis; Zweckmäßiger Einbau des Drehkondensators; Kombiniertes UKW-Zusatzgerät und Hf-Verstärker 44
Schallplatten-Notizen 44

Komplette MEMBRANEN aller Typen

auch für **KÖRTING MAXIMUS**

auf Wunsch **völlig wasser- und tropenfest befilmt**

liefert:

DR. KURT MÜLLER

Fabrikation von Faserstoffprodukten

KREFELD, VORSTERSTRASSE 27

Fernruf 25841-42 / Telegramme „Pappenguß"

FERNUNTERRICHT mit Praktikum

Sie lernen Radiotechnik und Reparieren durch eigene Versuche und kommen nebenbei zu einem neuen Super!

Verlangen Sie ausführliche kostenlose Prospekte über unsere altbewährten Fernkurse für Anfänger und Fortgeschrittene mit Aufgabenkorrektur und Abschlußbestätigung, ferner Sonderlehrbriefe über technisches Rechnen, UKW-FM, Wellenplanänderung

Unterrichtsunternehmen für Radiotechnik und verwandte Gebiete

Staatlich lizenziert

Inh. Ing. Heinz Richter, Güntering, Post Hechendorf/Pilsensee/Obb.

ANTON KATHREIN, ROSENHEIM (OBB.),

Älteste Spezialfabrik für Antennen und Blitzschutzapparate

Die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten der

Thermoplastischen Kunststoffe

machen sich allenthalben mehr und mehr bemerkbar, wie in der Radio-, Auto-, Verpackungs-, Textil-Industrie usw.

Geben Sie uns Ihre Wünsche und Ideen bekannt. Wir werden dieselben weiter entwickeln und Ihnen evtl. Handmuster vorlegen.

SPRITZGUSS-FABRIK

für Thermoplastische Kunststoffe

Gebrüder Bracht

(22a) Haan - Rheinland

Für Qualität bürgt **Becker-Autoradio**

MAX EGON BECKER · Autoradiowerk · Ittersbach über Karlsruhe 2

Funkschau

23. JAHRGANG 2. Januar-Heft 1951 Nr. 2

Produktiver Jahresanfang

In den Jahren nach der Währungsreform mußte sich die deutsche Radiowirtschaft wieder daran gewöhnen, mit begründeter Sorge der jeweiligen Entwicklung der ersten Jahreshälfte entgegenzusehen. Im Baujahr 1950/51 verdanken wir verschiedenen Faktoren eine etwas optimistischere Perspektive für diesen kritischen Zeitabschnitt.

Zunächst dürfen wir feststellen, daß die Saison 1950 die Spitzenmonate der Nachkriegsproduktion und auch des Nachkriegsumsatzes gebracht hat. Zugleich konnte die laufende Abwärtsentwicklung des Preisniveaus zur Zeit der Düsseldorfer Funkausstellung ihren Tiefstand erreichen. Im Vergleich zum zweiten Halbjahr 1948 ist der durchschnittliche Fabrikationswert je Gerät auf etwa die Hälfte abgesunken. Wenn die Preise auch im gegenwärtigen Zeitpunkt einen gewissen Anstieg von etwa 5 % aufweisen können, so bietet die immer noch relativ niedrige Preislage des deutschen Radiogerätes einen großen Kaufanreiz, wenn man die Preiskalkulation anderer, wesentlich höher liegender Industrieerzeugnisse zum Vergleich heranzieht. Übrigens hat sich gezeigt, daß der deutsche Hörer nicht unbedingt das billigste Gerät bevorzugt, sondern bei gesenkten Preisen dazu neigt, den *hochwertigeren* Empfänger zu billigerem Preis zu kaufen. Diese Tatsache auszunutzen, dürfte insbesondere bei jenen Interessenten nicht schwer fallen, die ihr veraltetes Gerät durch ein neues zu ersetzen wünschen. Da ferner in letzter Zeit die Löhne gestiegen sind, und die *Tendenz zu Preissteigerungen* allgemein andauert, wird aller Voraussicht nach die diesjährige Zwischensaison günstigere Absatzziffern erwarten lassen, insbesondere wenn man das Bestreben der Industrie berücksichtigt, in dieser Periode ausgesprochene *Verkaufsschlager* herauszubringen, wie z. B. einen Autosuper zu DM 248.— oder einen leistungsfähigen Zweitsuper für DM 155.—

Während bisher die meisten Fabriken zum Jahresanfang außerordentlich vorsichtig disponiert haben, und man früher in gewissem Sinne von einer Stagnation der Radioindustrie sprechen konnte, zeigen die *Produktionsabsichten* in diesem Jahre einen *starken Auftrieb*, den man hauptsächlich auf die befriedigende Entwicklung der UKW-Technik und auf gewisse *Fernsehvorbereitungen* zurückführen darf. So sind an die Stelle von Betriebseinschränkungen und Personalentlassungen nunmehr bei zahlreichen Firmen *Neueinstellungen* von Spezialkräften und kaufmännischen Angestellten getreten. Man hört auch im Zusammenhang mit der Fertigung von UKW-Geräten von Betriebserweiterungen durch Neubauten. Die Fertigstellung weiterer FM-Rundfunksender bietet in diesen Tagen einen wesentlichen Anreiz zum Kauf eines geeigneten Zusatzgerätes oder eines neuen Empfängers mit UKW-Bereich. Dieser Ausbau des UKW-Sendernetzes ermöglicht es dem Radiohandel, in den neu erschlossenen Gebieten während der Zwischensaison 1951 mehr neue Geräte abzusetzen als im Vorjahr. Erfreulicherweise konnte der UKW-Rundfunk gerade im letzten Vierteljahr angesichts der immer schlechter werdenden MW-Empfangsverhältnisse viele neue Freunde gewinnen, so daß man neuerdings auch in kritisch eingestellten Kreisen immer mehr die Existenzberechtigung des UKW-FM-Rundfunks anerkennt. Wir wissen, wie sehr viele Rundfunkhörer mit Sehnsucht auf die Inbetriebnahme *ihres* UKW-Senders warten, der wenigstens für den Orts- und Bezirksempfang des betreffenden Gebietes die bestehenden Empfangsschwierigkeiten zu beseitigen verspricht. Die Errichtung neuer UKW-Stationen bedeutet andererseits eine Verpflichtung neuen technischen Personals, die gerade im gegenwärtigen Zeitpunkt als erfreulich bezeichnet werden darf.

Auch das *Fernsehen* gibt der Tätigkeit der Radioindustrie einen starken Impuls. So beteiligen sich zahlreiche Firmen an der Erarbeitung der Grundlagen für den Bau eines deutschen Fernsehnetzes. Zu den vordringlichen Entwicklungsaufgaben, die z. Z. gelöst werden, gehören u. a. *Dezimeterwellenanlagen* für den drahtlosen Programmaustausch und *Fernseh-Meßsender*. Wenn auch mit dem Absatz von Fernsehempfängern erst nach Errichtung einiger Fernsehsender gerechnet werden kann, bildet die *Entwicklung* technisch einwandfreier *Fernsehempfänger* eine weitere wichtige Aufgabe. Fernsehfachleute gehören heute zu den begehrtesten Spezialisten. In den Laboratorien vieler zukünftiger Fernsehgerätehersteller wird emsig gearbeitet und man darf erwarten, daß der Öffentlichkeit im Laufe dieses Jahres die Ergebnisse dieser von der deutschen Radioindustrie getragenen Entwicklungstätigkeit zugänglich gemacht werden.

Es gehört nun zu den wichtigsten Aufgaben des Rundfunks, die intensiven Fernsehbemühungen der Industrie durch gleichwertige Bestrebungen auf der Senderseite zu ergänzen. Der UKW-Rundfunk hat gelehrt, daß das Vorhandensein leistungsfähiger Empfänger allein nicht genügt, um ein neues Sendeverfahren einzuführen, sondern die Existenz eines lückenlosen Sendernetzes voraussetzt. Es ist unzureichend, wenn nur eine Sendegesellschaft, wie z. B. der NWDR Fernsehsender errichten wird. Auch in den anderen Sendebezirken müssen Stationen aufgestellt werden. Es wäre dringend angezeigt, wenn sich insbesondere die süddeutschen Sendegesellschaften so schnell wie möglich über den Bau von Fernsehsendern in ihren Gebieten klar werden. Ähnlich wie beim UKW-Rundfunk kommt man in der ersten Entwicklungsperiode mit Leistungen von 1 kW gut aus. Im zweiten Aufbauabschnitt wird man zu größeren Sendeenergien übergehen. Sender mit 10 kW Leistung ermöglichen einen einwandfreien Fernsehbetrieb, wie auch die Auslandserfahrungen bestätigen konnten.

Nach der vorliegenden NWDR-Planung wird zunächst ein etwa 1¼ Jahr dauernder Versuchsbetrieb den Vorläufer des zukünftigen deutschen Fernsehens bilden. Im Rahmen dieses Abschnittes soll im April 1951 ein 1-kW-Sender in Hamburg in Betrieb genommen werden. Im Neubau des Funkhauses in *Köln* ist ferner ein kleines *Fernseh-Studio* vorgesehen, dessen Programme durch einen *Fernseh-Aufnahmewagen* mit Sendeeinrichtungen ergänzt werden können. Diese in Deutschland hergestellte fahrbare Fernsehsendeanlage wird voraussichtlich DM 500 000.— kosten. Die Programmoglichkeiten des NWDR-Fernsehens erweitern Dezimeterwellen-Strecken nach Köln und Berlin.

Gegenwärtig überträgt der Hamburger 100-Watt-Versuchssender dreimal wöchentlich und zwar montags, mittwochs und freitags von 20 bis 22 Uhr Fernseh-Programme. Bei der geringen Sendeleistung ist der Empfang in größerer Entfernung naturgemäß erheblichen Störungen unterworfen. Um die Sendungen einem größeren Kreis zugänglich zu machen, sind in Hamburg Fernsehstuben in Hotels, Gaststätten und in Räumen der Tageszeitungen eingerichtet worden und im Entstehen begriffen. Auch in den Schaufenstern trifft man Fernsehgeräte an. Im Bereich des Hamburger Fernsehsenders befinden sich augenblicklich etwa 50 Fernsehempfänger in Betrieb. Mit einer wesentlichen Zunahme der „Fernsehteilnehmer" kann ab April gerechnet werden, wenn der neue 1-kW-Sender seinen Betrieb eröffnet haben wird. wd.

Prüfsender

In den ersten Monaten des neuen Jahres widmen sich die meisten Werkstattechniker der Verbesserung und Ausgestaltung der vorhandenen technischen Einrichtungen. Die etwas ruhigeren Zeiten bieten ausreichend Gelegenheit dazu. Meß- und Prüfeinrichtungen werden überholt, erweitert und modernisiert. Jeder Praktiker weiß, daß die Rentabilität einer Radiowerkstatt in hohem Maße von der Zweckmäßigkeit der technischen Ausstattung abhängt.

Da heute schon der überwiegende Teil der neu produzierten Empfänger einen UKW-Bereich enthält und in vielen Gegenden Westdeutschlands etwa 55% aller Rundfunkteilnehmer UKW-Hörer geworden sind, muß die Radiowerkstatt von heute in der Lage sein, etwaige im UKW-Teil auftretende Fehler ebenso sorgfältig und zuverlässig zu beheben, wie man es von einer fachmännisch geleiteten Kundendienststätte verlangt. Hierzu sind Meß- und Prüfeinrichtungen erforderlich, zu denen in erster Linie ein UKW-Prüfsender gehört.

Für Radiowerkstätten kommen heute zwei Typen von Prüfsendern in Betracht. Die erste Ausführung umfaßt lediglich den UKW-Bereich 75...100 MHz und eignet sich als Ergänzungsgerät zu dem bereits vorhandenen Meßsender für MW, LW und KW. Dieser UKW-Prüfsender wird also in Werkstätten mit bereits vollständiger Einrichtung verwendet werden können. Für den rauhen Werkstattbetrieb erweisen sich nur solche Prüfsender als nützlich, die sorgfältig abgeschirmt sind und einen Ausgangsspannungsregler aufweisen.

Wer noch keinen Prüfsender besitzt und sich mit der Neueinrichtung eines Arbeitsplatzes beschäftigt, wird am zweckmäßigsten eine Ausführung für alle Wellenbereiche bevorzugen. Dieses Meßgerät soll also MW, LW, KW UKW und den Zf-Bereich erfassen, dabei aber im Bereich um 10 MHz mit Bandabstimmung ausgerüstet sein, um die Zf-Stufen des UKW-Teiles richtig abgleichen zu können.

Im FUNKSCHAU-Labor sind zwei Prüfsender der beschriebenen Art entwickelt worden. Das erste Gerät, das einen UKW-Prüfsender darstellt, ist in diesem Heft auf Seite 27 beschrieben worden, während der für alle Wellenbereiche eingerichtete Service-Oszillator in einem der nächsten Hefte veröffentlicht werden wird. Wir hoffen damit allen Werkstatt-Praktikern wertvolle Anregungen für die Modernisierung ihrer Arbeitsplätze geben zu können.

Die Berliner Geschäftsstelle

des FRANZIS-VERLAGES, Berlin-Friedenau, Grazer Damm 155, Fernruf 71 67 68, liefert die Zeitschriften FUNKSCHAU und RADIO-MAGAZIN und sämtliche Werke unseres Buchverlages aus. Unsere Berliner Kunden wollen sich im Interesse schnellerer Belieferung ausschließlich an diese Stelle wenden

AKTUELLE FUNKSCHAU

Ausbau des Vatikan-Senders

Die Rundfunkeinrichtungen des Vatikans werden z. Z. ausgebaut. So sollen die Studios Aufnahmegeräte erhalten und durch zwei fahrbare Aufnahmeräume ergänzt werden. Es ist ferner der Bau eines 50-kW-Senders geplant. Gegenwärtig errichtet der Vatikan u. a. auch eine KW-Rundfunkstation mit 100-kW-Leistung, die aus Holland kommt.

Schweizer Fernsehversuche

Die Fernsehkommission empfiehlt als Vorläufer eines späteren Fernsehdienstes einen Versuchsbetrieb. Es wurde eine Programmkommission ins Leben gerufen. Weitere Kommissionen sollen sich mit Rechtsfragen und technischen Fragen befassen. Die Finanzkommission konnte bereits ihre Tätigkeit aufnehmen. Die mit dem Versuchsbetrieb verbundenen Aufwendungen belaufen sich auf ca. eine Mill. Franken jährlich.

UKW-Messungen des Süddeutschen Rundfunks

Die Ausbreitungsmessungen, die der Ultrakurzwellen-Versuchszug des Süddeutschen Rundfunks eine Woche lang in der Geislinger Gegend durchführen konnte, sind abgeschlossen. Für die Aufstellung eines Ultrakurzwellensenders kommen je nach dem Ergebnis der Messungen der Ödenberg bei Geislingen oder der Michelsberg bei Oberböhringen in Frage. Die Versuche hatten den Zweck, festzustellen, von welchem Punkt aus das ganze Stadtgebiet von Geislingen und das Filstal sowohl in Richtung nach Göppingen als auch nach Wiesensteig am besten mit UKW versorgt werden können. In Göppingen selbst ist der Ultrakurzwellensender Degerloch noch recht gut zu hören.

UKW-Berichte erwünscht

Der Süddeutsche Rundfunk hat seit einiger Zeit sein zweites Programm auf Ultrakurzwelle begonnen. Für die weitere Programmplanung wäre es von Interesse, zu erfahren, in welchen Gebieten das Ultrakurzwellen-Programm empfangen und gehört wird. Der Süddeutsche Rundfunk bittet alle Hörer, die dieses zweite Programm empfangen können, um kurze Mitteilung über Empfangsqualität, Art des benutzten Empfängers und der Antenne. Die Anschrift lautet: Süddeutscher Rundfunk, UKW-Programm, Stuttgart, Neckarstraße 145.

Frequenz-Änderung

Der Bayerische Rundfunk hat die Frequenz seines Nebensenders Augsburg auf 1142 kHz (262,7 m) geändert.

Verdoppelter Radiogeräte-Export

Die Gesamtausfuhr der deutschen Elektroindustrie hat im Jahre 1950 erstmalig nach dem Kriege wieder die 300-Millionen-Grenze erreicht und ist damit der Vorkriegsziffer nahegekommen. 1937 wurden bekanntlich für 328 Millionen exportiert. Innerhalb des Elektro-Exports ist die Ausfuhr von Erzeugnissen der Funkindustrie im letzten Jahr vom zehnten auf den sechsten Platz aufgerückt und dürfte einen Wert von 15 Millionen erreichen. Fast 30 Prozent dieser Ziffer entfallen auf den Radiogeräte-Export der Fa. Telefunken.

Mazda-Radioröhren-Vertriebsgesellschaft

Als nunmehr einzige autorisierte Vertretung der Compagnie des lampes (Mazda), Paris, ist die Mazda-Radioröhren-Vertriebsgesellschaft m.b.H., Stuttgart-W., Augustenstraße 3, gegründet und mit der Einfuhr sowie Auslieferung von Mazda-Röhren für die Westzonen beauftragt worden. Das im Rahmen der Handelsverträge vorgesehene Einfuhrkontingent wurde vom Bundeswirtschaftsministerium zur Verfügung gestellt.

Industrie-Veröffentlichung

Die Philips Valvo Werke haben unter dem Titel „Der Elektronenstrahl-Oszillograf und seine Anwendungen" eine 48 Seiten umfassende Broschüre herausgebracht, die den Technikern in den Reparatur-Werkstätten und Laboratorien auf diesem Spezialgebiet Unterlagen vermitteln soll.

Ausbau des Berliner UKW-Polizei-Netzes

Im etappenweisen Ausbau sollen bis Anfang des nächsten Jahres weitere 50 Polizeifahrzeuge mit FM-UKW-Funk-Sprechanlagen durch Telefunken aus der Berliner Fertigung ausgerüstet werden. Die Zahl der ortsfesten Sender und die der Betriebszentralen wird auf je vier erhöht. Damit wird die Polizei West-Berlins eines der größten FM-UKW-Funk-Sprechnetze der europäischen Großstädte betreiben und kann dadurch noch wirkungsvoller als bisher den Schutz der Einwohner übernehmen.

Wir gratulieren: 25 Jahre Schaub-Radio

Kürzlich konnte die G. Schaub Apparatebauges. mbH., Pforzheim, ihr 25jähriges Jubiläum feiern. Sie zählt zu den alten Radiofabriken, die von Anfang an die Entwicklung des Empfängerbaues maßgeblich beeinflussen konnten.

Mancher Leser erinnert sich an die verschiedenen Neuerungen, die seinerzeit von Schaub-Radio eingeführt worden sind, wie z. B. an die geeichte und indirekt beleuchtete Stationsskala mit Wellenlängen und Stationsnamen, an die serienmäßige Herstellung von Empfängern mit Kurzwellenteil und an die kombinierte, preiswerte Musiktruhe mit Plattenspieler und dynamischem Lautsprecher. Diese für den Rundfunkhörer von heute selbstverständlichen Eigenschaften moderner Empfangsgeräte gehörten noch vor etwa zwei Jahrzehnten zu den bahnbrechenden Neuerungen. Der nach 1930 herausgebrachte „Weltsuper", das erste Gerät für Weltempfang, wurde in ständiger Weiterentwicklung besonders gepflegt und wird auch im diesjährigen Bauprogramm als „Weltsuper 52" geführt. Die bis 1934 in Berlin-Charlottenburg arbeitenden Werke sind zu diesem Zeitpunkt nach Pforzheim verlegt worden. Die Pforzheimer Gold- und Uhrenindustrie war durch die Ungunst der Verhältnisse nicht mehr in der Lage, den vielen, auf Feinarbeit geschulten Kräften Arbeit zu geben. Die Werksleitung war sich bei der damaligen Übersiedlung, unterstützt durch die Pforzheimer Stadtverwaltung, der Vorteile wohl bewußt, die sich einer Radiofabrik in Pforzheim bieten konnten.

Teilansicht des neuen Schaub-Werkes

Heute ist Schaub-Radio das bedeutendste Industriewerk Pforzheims. Nach der Totalvernichtung der alten Fabrikanlagen und nach dem Zusammenbruch entstand ein modernes und großzügiges Werk, dessen technische Einrichtungen als mustergültig anzusprechen sind. Heute fertigen mehr als 1200 Werksangehörige täglich mehr als tausend Geräte. So sind alle Voraussetzungen gegeben, um den nach dem Wiederaufbau einsetzenden Aufstieg der neuen Schaub-Werke fortzusetzen, zu dem die FUNKSCHAU nur das Beste wünscht.

Funktechnische Fachliteratur

Methodische Fehlersuche in Rundfunkempfängern

Von Dr. A. Renardy. Heft 20 der Radio-Praktiker-Bücherei. 64 Seiten. Mit 16 Bildern. DM. —.90. Franzis-Verlag, München.

Wer sich als Anfänger der Reparaturtechnik mit der Fehlersuche in Rundfunkempfängern befassen will, wird gern zu diesem für den Rundfunkmechanikerberuf geschriebenen RPB-Bändchen greifen. Es bietet einen Überblick über fortschrittliche Verfahren der methodischen Fehlersuche, behandelt die Spannungs-, Strom- und Widerstandsanalyse, beschreibt die Signalzuführung und Signalverfolgung und geht auch auf die Fehlersuche mit dem Katodenstrahl-Oszillografen ein. Bewährte Hilfsmethoden und Ratschläge für die Praxis beschließen die allgemein verständlich abgefaßte Broschüre, die man dem Nachwuchs sehr empfehlen darf.

Radio-Röhren

Wie sie wurden und was sie leisten. Von Herbert G. Mende. Heft 18/19 der Radio-Praktiker-Bücherei. 128 Seiten mit 65 Bildern. DM. 1.80. Franzis-Verlag, München.

Jeder, der sich mit der Radiotechnik befaßt, wird früher oder später vor Röhrenprobleme gestellt, deren Verständnis das Wissen um den Aufbau und die Fabrikation der Röhren voraussetzt. Es ist daher sehr zu begrüßen, wenn der Verfasser im Rahmen eines Doppelbändchens der Radio-Praktiker-Bücherei einen Einblick in die moderne Röhrentechnik bietet. Die heute in der Radioempfangstechnik üblichen Röhrenformen werden ausführlich beschrieben, während die verschiedenen Konstruktions- und Herstellungsfragen ein weiteres, sehr aufschlußreiches Kapitel behandelt. Anschauliche Fotos gewähren einen Einblick in den Fabrikationsgang der Radioröhren, so daß die Broschüre nicht nur für den Anfänger, sondern auch für den Fortgeschrittenen interessante Einzelheiten bietet.

FUNKSCHAU
Zeitschrift für den Funktechniker

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN
Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer

Besitzer: G. Emil Mayer, Buchdruckereibesitzer und Verleger, München 27, Holbeinstr. 16 (½ Anteil); Dr. Ernst Mayer, Buchdruckereibesitzer und Verleger, München-Solln, Whistlerweg 15 (½ Anteil).

Achtung! Ab 1. Januar 1951 Anschrift für Verlag, Redaktion und Anzeigenverwaltung: **München 2,** Luisenstraße 17.

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jeden Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- und Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag und durch die Post.

Monats-Bezugspreis für die **gewöhnliche Ausgabe** DM 1.40 (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr; für die **Ingenieur-Ausgabe** DM 2.— (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes der gewöhnlichen Ausgabe 70 Pfg. Die Ingenieur-Ausgabe kann nur im Abonnement bezogen werden.

Redaktion, Vertrieb und Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 2, Luisenstraße 17. — Fernruf: 36 01 33 — Postscheckkonto München 57 58.

Berliner Geschäftsstelle: Berlin-Friedenau, Grazer Damm 155 — Fernruf 71 67 68.

Verantwortl. für den Textteil: Werner W. Diefenbach, Kempten (Allgäu), für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. — Anzeigenpreis nach Preisliste Nr. 7.

Auslandsvertretungen: Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luz.) — Saar: Ludwig Schubert, Buchhandlung, Neunkirchen (Saar), Stummstr. 15.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13b) München 2, Luisenstr. 17. Fernspr. 36 01 33.

Der ermäßigte Preis

der „Funktechnischen Arbeitsblätter", Lieferung 1 bis 4, für die Abonnenten unserer Ingenieur-Ausgabe beträgt *je 3 DM*, d. h. für alle vier Lieferungen *12 DM*. Er kann in *sechs* Raten von je 2 DM bezahlt werden, und nicht, wie in Nr. 1 der FUNKSCHAU infolge eines Druckfehlers angegeben wurde, in vier Raten.

Einführung in die Fernseh-Praxis

2. Folge: Allgemeiner Überblick (Schluß)

Wir setzen unsere Beitragsreihe mit einer Betrachtung der Fernseh-Normen fort und beginnen mit den Ausführungen über die Vorgänge auf der Sendeseite.

Dieser „Zeilensprung" erfordert etwas kompliziertere Synchronisiersignale, was sich ohne weiteres aus **Bild 1** ergibt. Links sehen wir die einfache Abtastung, bei der der Strahl in Punkt A beginnt, sämtliche Zeilen durchläuft und bei B wieder auf A zurückspringt. Rechts ist das Zeilensprungverfahren angedeutet. Der Strahl beginnt wieder bei A, springt von B nach C und von D über alle weiteren Zeilen bis zum Punkt E. Jetzt sind jedoch nur die ungeradzahligen Zeilen, d. h. das erste Halbraster, durchlaufen. Der Strahl springt nun zum Punkt F und wandert über G, H, J, K und L schließlich zu Punkt M, von wo aus er wiederum nach A springt. Man sieht, daß bei dieser Art der Abtastung das zweite Teilraster ohne weiteres in das erste hineinpaßt. Erforderlich ist nur, daß der Bildrücklauf des ersten Teilrasters mit der Beendigung der letzten halben Zeile (Punkt E) zusammenfällt, und daß das

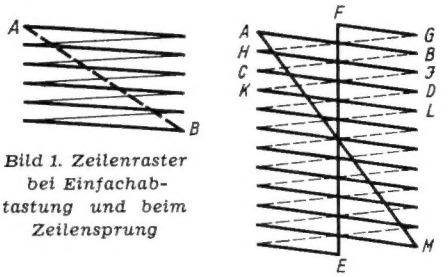


Bild 1. Zeilenraster bei Einfachabtastung und beim Zeilensprung

zweite Teilraster in der Mitte der oberen Zeile (Punkt F) beginnt. Beim einfachen Abtastverfahren dagegen fällt der Bildwechsel stets mit dem Ende der letzten bzw. dem Anfang der ersten Zeile zusammen.

Die praktische Bedeutung des Zeilensprungverfahrens liegt, kurz gesagt, darin, daß man bei Verwendung dieser Methode bei Übertragung derselben Bildpunktzahl je Zeiteinheit nur die halbe Bandbreite benötigt, wie sie das einfache Abtastverfahren erfordert. Am Empfangsort arbeitet man nämlich scheinbar mit der doppelten Bildfrequenz, während in Wirklichkeit das Bild nur mit der halben Bildfrequenz übertragen wird. Das Zeilensprungverfahren kommt bei fast allen modernen Fernsehsystemen zur Anwendung, obwohl es aus verschiedenen Gründen immer noch umstritten ist (Zwischenzeilenflimmern, größerer Betrachtungsabstand usw.). Darauf gehen wir hier nicht weiter ein.

Sende- und Empfangsseite

Nach den vorstehenden grundsätzlichen Erläuterungen wissen wir nun über die wichtigsten Begriffe Bescheid, die in der modernen Fernsehtechnik immer wieder auftauchen. An Hand von **Bild 2** wollen wir uns noch einen grundsätzlichen Überblick über die Geräteeinheiten der Senderseite verschaffen. Wir sehen zunächst den Bildabtaster angedeutet. Er liefert die zu den Bildpunkten gehörenden Spannungsstöße, die in einem geeigneten Verstärker so weit in ihrer Amplitude heraufgesetzt werden, daß sie die Modulationsstufe des Fernsehsenders steuern können. Im Bildabtaster sind die Ablenkspannungen in Zeilen- und Bildrichtung enthalten. Synchron mit diesen Spannungen läuft ein sehr komplizierter Impulsgenerator, der in dem Blockschaltbild ebenfalls angedeutet ist und dessen Ausgang den Sender in der schon beschriebenen Weise mit den Synchronisiersignalen tastet. Von der Sendeantenne wird die ganze Bildsendung, die aus dem Bildinhalt und den Synchronisierzeichen besteht, ausgestrahlt.

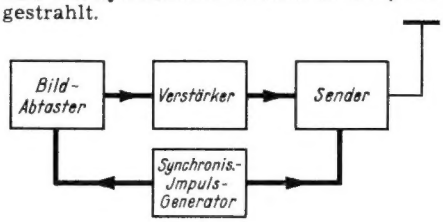


Bild 2. Prinzipielle Anordnung der Fernseh-Sendeseite

In **Bild 3** sehen wir die grundsätzliche Empfangsanordnung. Sie besteht zunächst aus dem Empfangsteil, der die an der Empfangsantenne auftretenden Signale verstärkt und demoduliert. Mit der demodulierten Spannung wird die Intensität des Abtaststrahls moduliert, wobei jetzt schon vorausgeschickt sei, daß diesen Strahl eine Katodenstrahlröhre (Bildröhre) erzeugt. Der Schreibstrahl wird nicht nur moduliert, sondern auch in Zeilen- und Bildrichtung abgelenkt. Zu diesem Zweck ist der Ablenkteil vorgesehen, eine ebenfalls ziemlich komplizierte Röhrenanordnung. Zwischen Empfangsteil und Ablenkteil ist ganz allgemein ein Filter angedeutet, das einerseits den Bildinhalt vom Ablenkteil fernhält, andererseits für eine Trennung der Zeilen- und Bild-Synchronisierimpulse sorgt.

Fernsehnormen

Die Blockschaltbilder geben natürlich nur einen ganz rohen Überblick über die Vielzahl der erforderlichen Stufen und sind nur als Zusammenfassung des bisher Gesagten anzusehen. Wir wollen uns nun einen Überblick über den grundsätzlichen Verlauf der einzelnen Spannungskomponenten in einer modernen Fernsehsendung verschaffen und greifen zu diesem Zweck auf die **Bilder 4** bis **7** zurück, die den „Technischen Hausmitteilungen des NWDR", Heft 9/10, Seite 344, entnommen sind. In **Bild 4** sehen wir zunächst die Synchronisierimpulsfolge für den NWDR-Versuchsbetrieb. Oben ist der Verlauf der Zeilenimpulse wiedergegeben. Nach Beendigung einer Zeile wird der Sender bis zu einer Leistung von 75 % des Maximalwertes hochgetastet, was bei Negativmodulation mit dem Schwarzwert des Bildes identisch ist. Das geschieht in einer Zeit, die 1 % der Zeilendauer entspricht. Danach wird der Sender auf Maximalleistung (100 %, Synchronisierpegel, „schwärzer als schwarz") für die Zeit von 9 % der Zeilendauer getastet. Das ist der eigentliche Synchronisierimpuls; danach fällt die Sendeleistung wieder bis auf 75%, und nach weiteren 8 % der Zeilendauer beginnt die Niederschrift der nächsten Zeile.

Die untere Darstellung von Bild 4 zeigt den Verlauf der Bildwechselimpulse. Für das Bildsignal steht eine Zeit von 35 % der Zeilendauer zur Verfügung. Der Sender wird zwei Zeilen vor und dreizehn Zeilen nach jedem Signal auf „schwarz" getastet. Während dieser Zeit werden kurze Spannungsstöße gegeben, die den

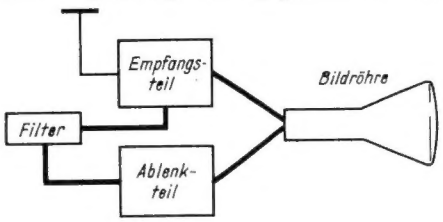


Bild 3. Prinzipielle Anordnung der Fernseh-Empfangsseite

Sender auf 100 % seiner Leistung bringen. Dieses Vorgehen basiert noch auf der alten deutschen Fernsehnormung und soll hier nicht weiter erörtert werden, weil man sich in Kürze den allgemeinen europäischen Fernsehnormen anschließen will.

Bild 5 zeigt uns die Frequenzkurven von Sender und Empfänger für den NWDR-Versuchsbetrieb. Der Sender wird mit teilweiser Unterdrückung des einen Seitenbandes betrieben. Vom Bild überträgt man jeweils das obere Seitenband voll, das untere Seitenband dagegen mit einer Bandbreite von maximal 1,5 Megahertz. Die obere Darstellung von Bild 5 zeigt die Verhältnisse beim Sender, die untere beim Empfänger. Dort ist auch die Lage des Tonträgers angegeben, der den Begleitton überträgt.

In **Bild 6** sehen wir die Synchronisierimpulsfolge für die neue europäische Fernsehnorm, auf die später auch der Betrieb des NWDR umgestellt werden soll. Die entsprechenden Zeiten für die Synchronisiersignale sind eingetragen. Vor und nach dem Bildimpuls werden sogenannte Doppelzeilenimpulse oder „Trabanten" gesendet, und zwar sechs sogenannte „Frühimpulse" vor den eigentlichen sechs Syn-

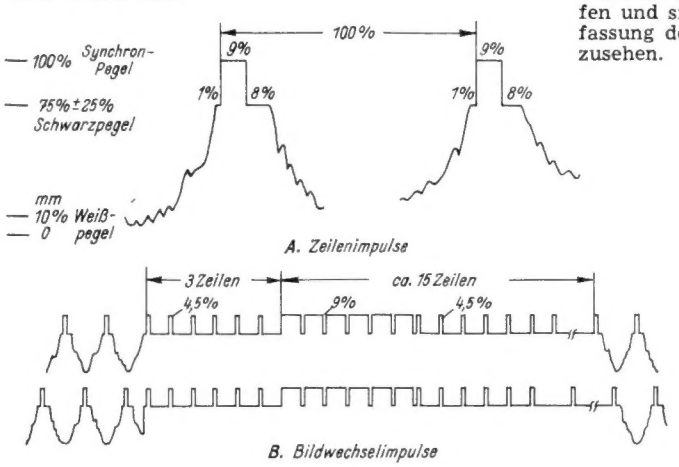


Bild 4. Zeilen- und Bildwechselimpulse beim NWDR-Versuchsbetrieb

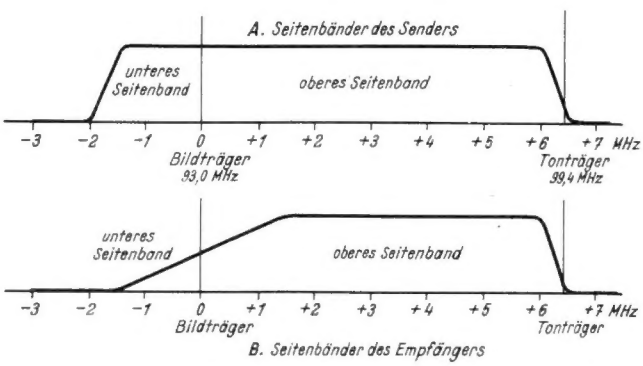


Bild 5. Frequenzkurven beim NWDR-Versuchsbetrieb

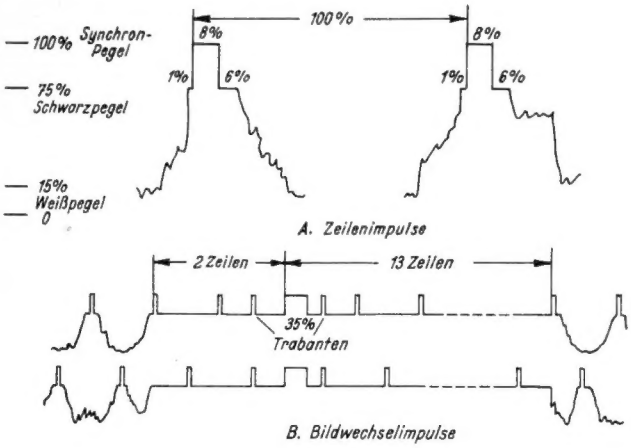


Bild 6.
Zeilen- und Bildwechselimpulse nach der europäischen Norm

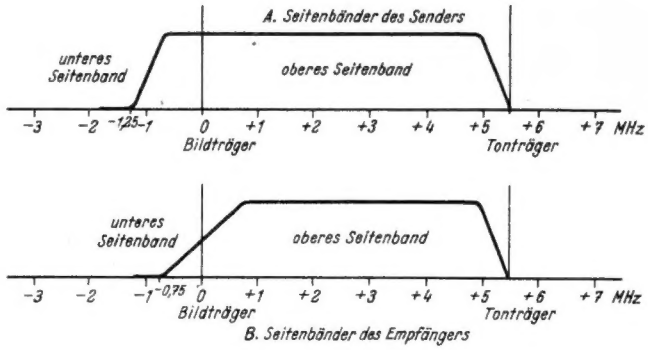


Bild 7. *Frequenzkurven nach der europäischen Norm*

chronisierimpulsen. Daran schließen sich wieder sechs „Spätimpulse" an (bei den alten NWDR-Normen wird den normalen Synchronisierzeichen lediglich ein Halbzeilentrabant von 8 % der Zeilendauer beigefügt).

Trabanten

Der Zweck der Trabanten ist einfach zu verstehen. Bei der Besprechung des Zeilensprungverfahrens haben wir gehört, daß nach Niederschrift des ersten Teilrasters das Bildsignal nicht mit einem Zeilensignal zusammenfällt. Ist dagegen das zweite Teilraster geschrieben, so fallen Zeilen- und Bildsignal zusammen. Diese periodisch wiederkehrende ungleichmäßige Konstellation führt unter Umständen zu Schwierigkeiten, denn für eine einwandfreie Zuordnung der beiden Teilraster muß die Synchronisierung des Bildkippgerätes ganz besonders exakt sein. Das ist aber nur dann gewährleistet, wenn die aufeinanderfolgenden Synchronisiersignale der Teilraster untereinander absolut identisch sind. Deshalb ergänzt man die Synchronisierfolge des zweiten Teilrasters, bei dem der Bild- mit dem Zeilenimpuls zusammenfällt, durch Hilfsimpulse, die die Verhältnisse beim ersten Teilraster nachahmen. Auf diese Weise werden die beiden Teilrasterimpulse untereinander vollkommen identisch, so daß eine exakte Synchronisierung und damit ein einwandfreies Ineinandergreifen der Teilraster gewährleistet sind. Die oben erwähnten Hilfsimpulse werden Trabanten genannt, weil sie gewissermaßen den Bildimpuls ständig begleiten.

Wir sehen, daß die Anwendung des Zeilensprungverfahrens die Synchronisierimpulsfolge verhältnismäßig kompliziert gestaltet.

Bild 7 stellt die Frequenzkurven für die europäische Fernsehnorm dar, die sich in gewisser Hinsicht von den Frequenzkurven des derzeitigen Versuchsbetriebes in manchen Einzelheiten unterscheiden. Auch hier wird mit der teilweisen Unterdrückung eines Seitenbandes gearbeitet.

Sonstige Normwerte

Über die Synchronisierzeichen und die sonstigen genormten Fernsehdaten gäbe es noch viel zu sagen. Die beschriebenen Impulsfolgen stellen verhältnismäßig einfache Normen dar, die nur bei ganz bestimmten gerätetechnischen Anordnungen zur Anwendung kommen können. Darüber wird in späteren Teilen dieser Aufsatzreihe noch näher berichtet werden.

Zum Schluß dieses Abschnittes sei noch auf einige andere Fragen hingewiesen, die unmittelbar mit der Normung zusammenhängen. So hat man sich auf ein einheitliches Bildformat von 4:3 geeinigt, und zwar sowohl beim NWDR-Versuchsbetrieb als auch bei den europäischen Fernsehnormen. Das Format eines Fernsehbildes entspricht daher dem Format des normalen Filmbildes. Vom Bildformat hängt übrigens, wie eine einfache Überlegung zeigt, die Bildpunktzahl eines Fernsehbildes ab. Je länger das Bild im Verhältnis zu seiner Höhe ist, um so mehr quadratisch angenommene Bildpunkte sind darin enthalten, denn die Bildpunktzahl je Zeile ist ja durch die Länge gegeben, während die Bildhöhe durch die Zeilenzahl selbst festliegt.

Für die Fernsehmodulation ist Amplitudenmodulation vorgesehen, obwohl ein Fernsehbild prinzipiell auch frequenzmoduliert gesendet werden könnte. Dagegen wird der zugehörige Begleitton grundsätzlich frequenzmoduliert ausgestrahlt.

Weiterhin ist zu erwähnen, daß sehr oft die Bildwechselfrequenz mit der Netzfrequenz auf der Senderseite starr synchronisiert wird. Das hat folgenden Grund: Die Verstärkereinheiten im Bildteil von Sender und Empfänger müssen eine sehr tiefe untere Grenzfrequenz besitzen, damit auch noch die tiefsten vorkommenden Frequenzen einwandfrei übertragen werden. Die Beseitigung der Welligkeit der Gleichspannungen ist daher außerordentlich schwierig und kostspielig, denn die Netzfrequenz beträgt ja nur 50 Hertz. Es hat sich nun gezeigt, daß die Störungen für das Auge geringer sind, wenn zwischen Netzfrequenz und Bildfrequenz Synchronismus besteht. Im andern Fall läuft durch das Fernsehbild von oben nach unten oder von unten nach oben — je nachdem, welche Frequenz größer ist — ein dunkler Schatten. Laufen dagegen beide Frequenzen synchron, so steht dieser Schatten still, was sich dem Auge lange nicht so störend bemerkbar macht wie ein durchlaufender Schatten.

Das Verfahren ist natürlich nur dann sinnvoll, wenn der Fernsehempfänger aus demselben Netz wie der Fernsehsender gespeist wird. In Anbetracht der beim UKW-Betrieb ohnehin nur sehr beschränkten Reichweite ist diese Voraussetzung in den meisten Fällen erfüllt. Außerdem sind die wichtigsten Überlandnetze in Deutschland ohnehin untereinander synchronisiert. Übrigens will man sich später im deutschen Fernsehbetrieb von der Netzsynchronisierung durch besondere Maßnahmen ganz unabhängig machen.

Die einzelnen Fernsehsender sollen später mit Hilfe von Dezimeterwellenstrecken untereinander verbunden sein. Früher hat man hierfür vorzugsweise Breitbandkabel vorgesehen, kommt jedoch davon mehr und mehr ab.

2. Abtastung und Sendung

An Hand von **Bild 8** wollen wir nun die Vorgänge auf der Fernseh-Sendeseite betrachten und dabei auf die wichtigsten Einzelheiten eingehen. Die in diesem Bild wiedergegebene Blockschaltung enthält solche Geräteeinheiten, die man für die Durchführung eigener Versuche mit verhältnismäßig geringem Aufwand selbst bauen kann. Die Abtastung nimmt der sog. Katodenstrahlröhren-Abtaster vor, eine Einrichtung, die auch heute noch in der Fernsehtechnik, z. B. zur Übertragung von Filmen, Bedeutung hat. Mit geeigneten Abtaströhren, die bei hohen Anodenspannungen helle Abtastraster liefern, ist auch die unmittelbare Übertragung von bewegten oder unbewegten kleineren Objekten möglich. Die später zu beschreibende Versuchsanordnung gestattet allerdings nur die Wiedergabe von Diapositivbildern.

Frequenzteilung

Wir besprechen nun das Blockschaltbild im einzelnen. Den Ausgangspunkt bildet ein Steuergenerator, der eine Sinusspannung bei 31 250 Hz erzeugt. Dieser Wert entspricht der doppelten Zeilenfrequenz (15 626 Hz). An den Steuergenerator schließt sich zunächst eine Verzerrerstufe an, deren nähere Ausgestaltung später besprochen werden soll. Am Ausgang dieser Stufe tritt eine impulsförmige Spannung mit steiler Vorderfront und mit der Grundfrequenz von 31 250 Hz auf.

Auf die Verzerrerstufe folgt eine sehr komplizierte, aus vielen Röhren bestehende Anordnung, die den Zweck hat, die Ausgangsfrequenz von 31 250 Hz bis auf 50 Hz herab zu erniedrigen. Es handelt sich um sog. Frequenzteilerstufen. Sie bestehen aus insgesamt vier, jeweils in sich abgeschlossenen Multivibratoren. Wir wissen, daß sich ein Multivibrator sehr leicht von einer fremden Spannung synchronisieren läßt, und zwar auch von einer Spannung, deren Frequenz höher liegt als die Eigenfrequenz des Multivibrators. Es muß sich nur immer um ganzzahlige Frequenzverhältnisse handeln. So wird z. B. im vorliegenden Falle die Grundfrequenz der Steuerstufe von 31 250 Hz an den Eingang eines Multivibrators gegeben, der eine Eigenfrequenz von 6250 Hz besitzt.

(Forts. folgt.)

Ingenieur Heinz Richter

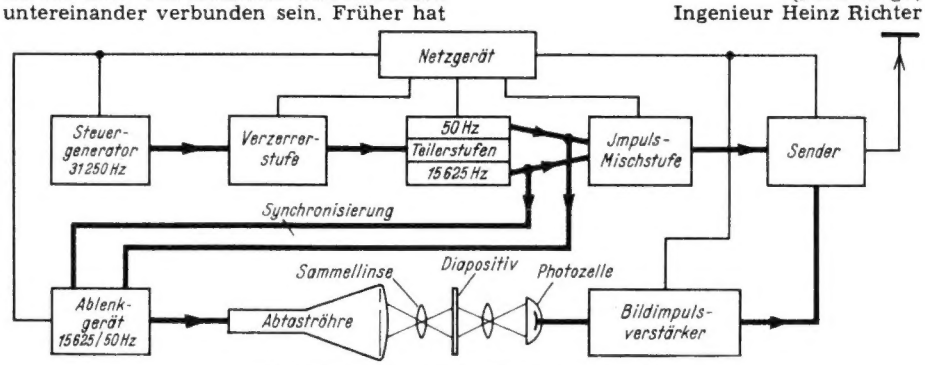
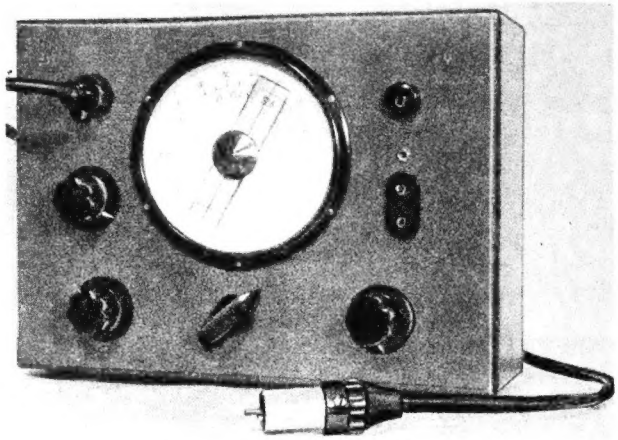


Bild 8. *Blockschema einer Fernsehsendeanlage*

FUNKSCHAU-*Bauanleitung*

UKW-Prüfsender für das 3-m-Band

Wichtiges Ergänzungsgerät für die Rundfunkwerkstatt - Oszillatorstufe - Trennröhre - Tonfrequenzgenerator - Stabilisierter Netzteil - Amplituden- und Frequenzmodulation - Frequenzbereich: 75...100 MHz - Ausgangsspannung: 50 µV...150 mV - Frequenzmodulation (400 Hz): 0 ... 100 kHz - Amplitudenmodulation: 400 Hz, 30 %



Außenansicht des UKW-Prüfsenders

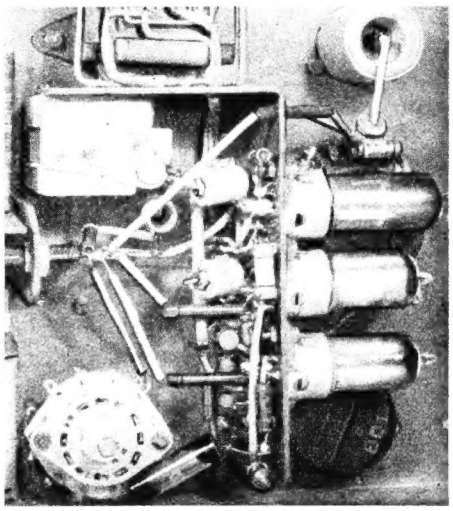
Im Baujahr 1950/51 weisen etwa 60 % aller produzierten Radiogeräte UKW-Empfangsmöglichkeit auf. Die fortschreitende Entwicklung des UKW-Rundfunks in Deutschland wird in den nächsten Jahren zu einer weiteren Erhöhung dieses Prozentsatzes führen. Der Werkstattpraktiker von heute steht daher vor dem Problem, vorhandene Einrichtungen für Prüf- und Abgleicharbeiten für den UKW-Bereich zu ergänzen. Für Radiopraktiker, die bereits eine vollständig eingerichtete Werkstätte besitzen, ist die Anschaffung eines UKW-Prüfsenders als Ergänzungsgerät zu dem bereits vorhandenen Prüfsender für MW, LW und KW sehr empfehlenswert. Wer sich einen UKW-Prüfsender selbst bauen möchte, findet in der folgenden Baubeschreibung alle erforderlichen Angaben.

Gelegentlich wird die Frage des Umbaues eines bereits vorhandenen Prüfsenders üblicher Wellenbereiche angeschnitten. Die dabei erforderlichen Änderungen sind jedoch so weitgehend und umständlich, daß sich eine Umkonstruktion nicht lohnt. In der Regel dürfte der Umbau schon aus Platzgründen ausscheiden. Hinzukommt, daß außer dem Oszillator eine zusätzliche Stufe für Frequenzmodulation erforderlich wird.

Schaltungseinzelheiten

Der UKW-Prüfsender stellt einen Oszillator mit Trennröhre, Reaktanzröhre und Tongenerator dar. Die UHf (= Ultra-Hochfrequenz) wird von dem einen System der Röhre ECC 40 erzeugt, das als „Ultra-Audion" arbeitet. Der Schwingkreis befindet sich zwischen Anode und Gitterkombination, wobei die Anodenspannung über den Mittelabgriff der Schwingkreisspule zugeführt wird. Die Gitterkombination ist mit 100 kΩ und 30 pF so bemessen, daß die Schwingungen einwandfrei einsetzen. Die Abstimmung geschieht kapazitiv mit Hilfe eines keramisch isolierten UKW-Drehkondensators (max. 12 pF), dessen Rotor keine Masseverbindung aufweist.

Die erzeugte Hf-Spannung gelangt über den Kopplungskondensator C_7 (1,5 pF) zum Steuergitter der als A-Verstärker geschalteten Trennröhre EF 42 (im *Schaltbild* die 3. Röhre von links). Um die Ausgangsspannung auf einem niedrigen Wert zu halten, ist der Außenwiderstand recht klein bemessen. Die Ausgangsspannung läßt sich mit Hilfe eines 200-Ω-Potentiometers innerhalb des Bereiches 50 µV... 150 mV regeln.



Verdrahtungsansicht des Hf-Teiles

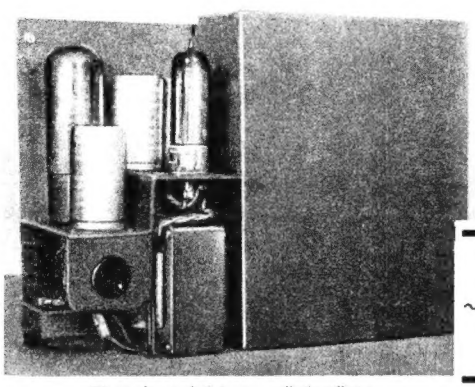
Eine weitere Röhre EF 42 dient als Reaktanzröhre (im *Schaltbild* die 2. Röhre von links). Die Anode dieser Pentode hat mit der Anode der Oszillatorröhre Verbindung. Die EF 42 ist als veränderliche Induktivität[1]) geschaltet. In der Tonfrequenzleitung befindet sich das Potentiometer P_1, mit dem sich der Frequenzhub einstellen läßt. L_2 dient als Hf-Drossel, während Kondensator C_{11} (600 pF) etwaige Hf-Reste ableitet.

Da auf stabile Tonfrequenzerzeugung großer Wert gelegt wurde, besitzt der UKW-Prüfsender einen besonderen Tonfrequenzgenerator. Hierfür hat sich die übliche Rückkopplungsschaltung bewährt, für die das zweite System der Röhre ECC 40 als Generator benutzt wird. Bei der angewandten Dimensionierung des RC-Gliedes im Gitterkreis und einem parallel zur Primärwicklung geschalteten Kondensator von 2,5 nF erhält man die Normalfrequenz von 400 Hz. Die erzeugte Tonfrequenz läßt sich rückwirkungsfrei auskoppeln, wenn man eine besondere Wicklung (L_3) verwendet.

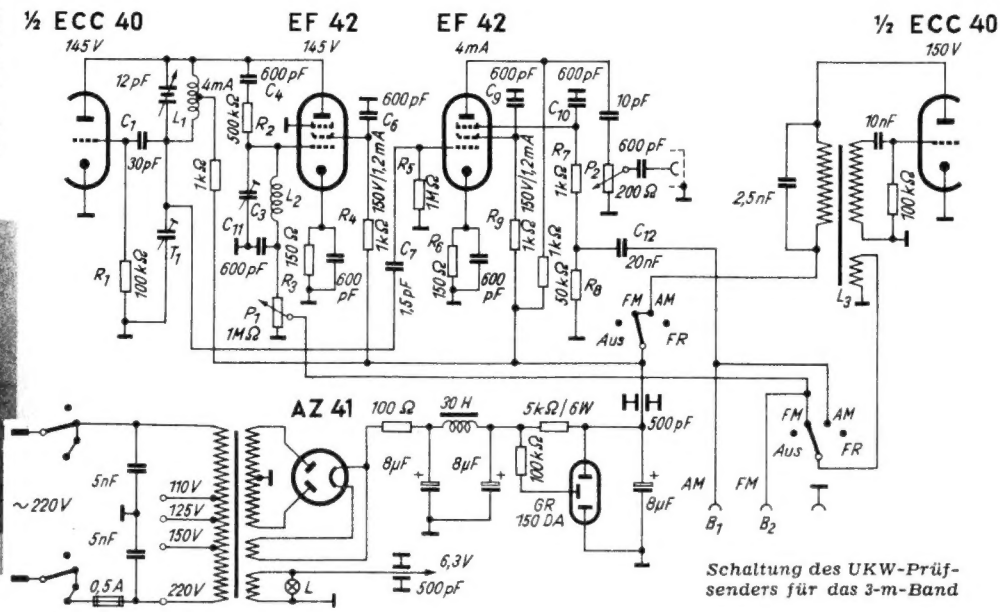
Die Amplitudenmodulation geschieht mit Hilfe des Bremsgitters der Trennröhre EF 42, dem wir die Tonfrequenz über ein Siebglied zuführen. Für die Umschaltung der Modulationsarten ist ein vierstufiger, keramischer Schalter vorgesehen. Er gestattet es, die erzeugte Tonfrequenz dem AM-Kanal oder der FM-Modulationsröhre zuzuleiten. In der dritten Schaltstellung kann Fremdmodulation über die Eingangsbuchsen zugeführt werden. Eine weitere Umschaltung von AM auf FM und umgekehrt läßt sich einsparen, wenn man für diese Modulationsarten zwei verschiedene Eingangsbuchsen verwendet (B_1, B_2).

Im Netzteil mit der Zweiweggleichrichterröhre AZ 41 finden wir auf der Gleichstromseite den Glimmlampen-Stabilisator GR 150 DA, der ausgangs-

[1]) Vergl. „Funktechnische Arbeitsblätter", 1. Lieferung, Blatt AG 31: Die Elektronenröhre als regelbare Induktivität und Kapazität. Franzis-Verlag, München.

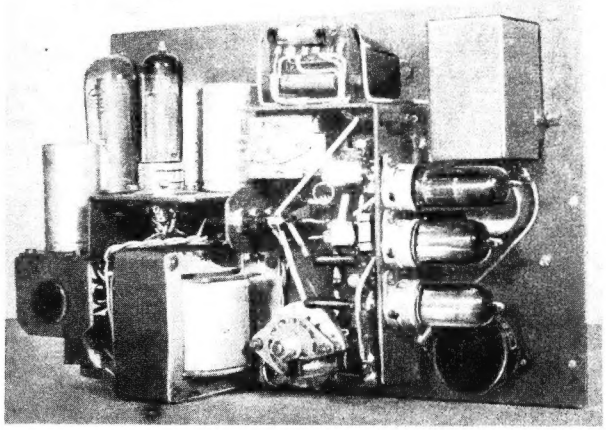


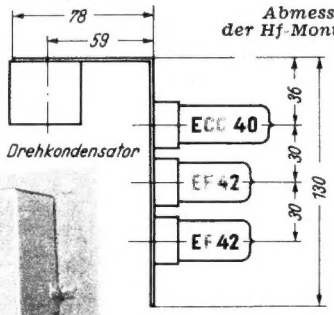
Chassisansicht von rückwärts

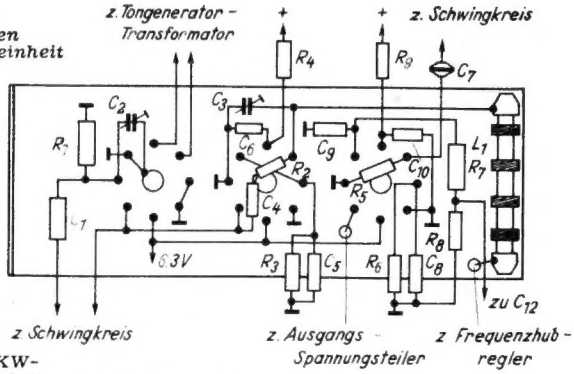


Schaltung des UKW-Prüfsenders für das 3-m-Band

seitig eine geglättete Spannung von 150 V liefert. Der Netzschalter konnte mit dem Modulationsschalter kombiniert werden und schaltet die Netzspannung zweipolig ein oder aus, da ausreichend Kontakte zur Verfügung stehen. Auf der Primärseite des Netztransformators befindet sich ferner ein aus zwei Kondensatoren bestehender Hf-Storschutz.







Verdrahtung des Hf-Teiles (Montageeinheit)

Links: Der Hf-Teil des UKW-Prüfsenders ist durch eine große Aluminiumhaube abgeschirmt (im Bild abgenommen), die auch eine Hf-Einstrahlung in den Netzteil verhindert. Die Röhren des eigentlichen Prüfsenders befinden sich auf einer Montageeinheit. Rechts oben sieht man die gekapselte Ausgangsbuchse

Aufbauvorschläge

Bei einem UKW-Prüfsender kommt es auf zweckmäßige Anordnung der Einzelteile, günstige Verdrahtung und sorgfältige Abschirmung wesentlich an. Es wurde schließlich eine Bauform gefunden, die es ermöglicht, bei Verwendung eines handelsüblichen Metallgehäuses alle Sonderprobleme, die die UKW-Technik stellt, zu lösen.

Röhren und zugehörige Bauelemente sind auf einem L-förmigen Aluminiumwinkel mit den Abmessungen 78×130 mm vereinigt worden. Der kürzere Teil trägt gleichzeitig den UKW-Abstimm-Drehkondensator, an den die Schwingkreisspule L_1 angelötet ist. Die Spule besteht aus 2 mm starkem Kupferdraht und besitzt bei einem Innendurchmesser von 8 mm sieben Windungen. Der am unteren Ende der Wicklung befestigte Trimmer T_1 vergrößert die Röhrenkapazität C_{gk} und erhöht die Frequenzstabilität. Unmittelbar über dem Abstimmkondensator, durch die Abschirmung getrennt, ist der Nf-Transformator zur Erzeugung der Tonfrequenzspannung angeordnet.

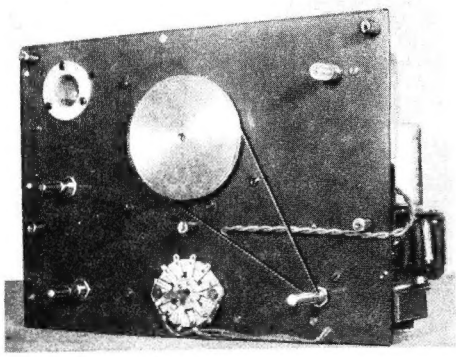
Bei der Verdrahtung der Röhreneinheit muß man ganz besonders auf die UKW-Verdrahtungstechnik achten. Wendet man die im MW- und LW-Bereich übliche Verdrahtung an, so kann man mit einem sicheren Mißerfolg rechnen. Vor allem erweist es sich als zweckmäßig, alle Masseverbindungen möglichst kurz auszuführen. So werden an den Befestigungsschrauben der Röhrenfassungen Lötösen angebracht, die eine einwandfreie Erdung zulassen. Ferner sind die Abschirmzylinder der Röhrenfassungen direkt mit Masse zu verbinden. Auf diese Weise ergeben sich zahlreiche günstige Erdungsmöglichkeiten. Schließlich wurden noch an die Montagewinkel Lötösen angenietet.

Als Ausgangsbuchse dient eine bewährte Hf-Buchse mit keramischer Isolation, für die ein passender Anschlußstecker geliefert wird. Die Ausgangsbuchse ist durch eine Abschirmhaube zusammen mit dem 600-pF-Kopplungskondensator in einem kleinen Abschirmgehäuse untergebracht. Es schirmt die Ausgangsleitungen gegen den Hf-Teil ab. Vor dem Netzteil wurden unterhalb des Abstimmkondensators drei Durchführungskondensatoren auf einem Metallwinkel befestigt. Dieser Metallwinkel paßt genau in einen entsprechenden Ausschnitt der großen Abschirmhaube. Letztere wird über den ganzen Hf-Teil geschoben und bewirkt eine völlige Abschirmung gegenüber dem Netzteil.

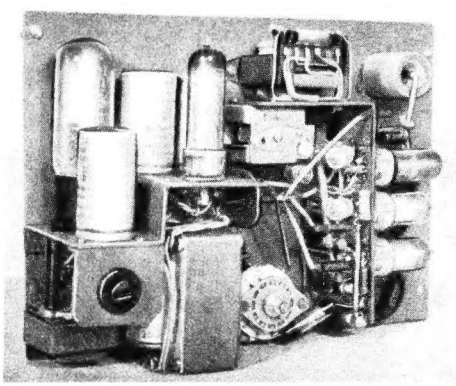
Die Einzelteile des Netzteiles werden zweckmäßigerweise auf geeigneten Montagewinkeln seitlich und über dem Netztransformator befestigt. Die Schraubsicherung wurde auf einem Montagewinkel montiert und kann nach rückwärts herausgeschraubt werden.

Da bei einem Prüfsender Skalenantrieb und Skala mit großer Sorgfalt auszuführen sind, wurde eine Zwischenfrontplatte gewählt. Die Achse des Abstimmdrehkondensators ist durch diese Frontplatte hindurchgeführt und trägt die Antriebsscheibe, die der rechts eingebaute Antrieb betätigt.

W. W. Diefenbach-W. Knobloch



Der UKW-Prüfsender verwendet eine zweite Frontplatte, die die Abschirmung verbessert und die Montage des Drehkondensator-Antriebes erleichtert



Seitenansicht des UKW-Prüfsenders. Unterhalb des Abstimmkondensators ist die Schwingkreisspule L_1 sichtbar

Einzelteilliste

Widerstände (Dralowid)
¼ Watt: 4 Stück je 1 kΩ, 10 kΩ, 50 kΩ, 3 Stück je 100 kΩ, 500 kΩ, 1 MΩ
½ Watt: 100 Ω
1 Watt: 2 Stück je 150 Ω
6 Watt: 5 kΩ

Potentiometer (Dralowid)
¼ Watt: 200 Ω lin., 1 MΩ lin.

Durchführungskondensatoren (Dralowid)
250/750 V: 3 Stück je 500 pF

Sikatropkondensatoren
250/750 V: 8 Stück je 600 pF

Keramische Kondensatoren (Dralowid)
250 V: 1,5 pF, 10 pF, 30 pF

Trimmer (Philips)
2 Stück je 3...30 pF

Rollkondensatoren (NSF)
250/750 V: 2 Stück je 1 nF, 2,5 nF, 20 nF

Elektrolytkondensatoren (NSF)
350/385 V: 3 Stück je 8 µF

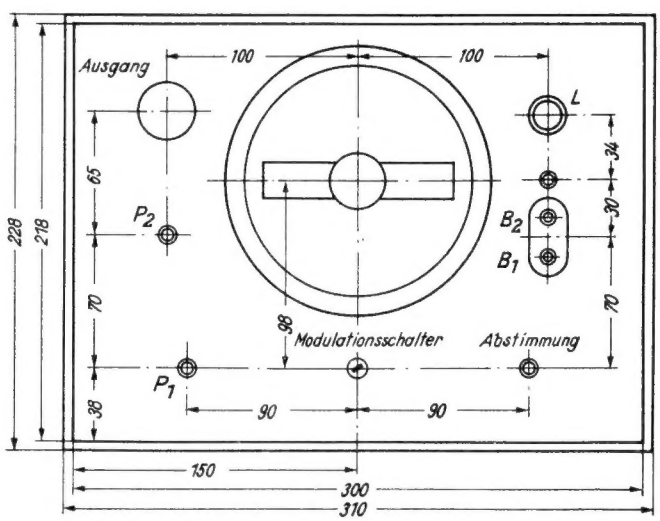
Transformatoren u. Drosseln (Hegenbart)
1 Netztransformator, NT 1, primär 110, 125, 150, 220 V, sekundär 2 × 300 V, 4 A, 4, 6,3, 12,6 V; 1 Netzdrossel 30 H, 30 mA

Gehäuse:
Paul Leistner, Hamburg-Altona, Clausstraße 4...6

Sonstige Einzelteile
Hf-Buchse (Rohde & Schwarz), Drehkondensator 12 pF (NSF), Hf-Drossel, 2,5 mH (K. Lederer, Stuttgart, Elisabethenstr. 31), Wellenschalter 4 × 4 Kontakte (Mayr), Glättungsröhre GR 150 DA (DGL), Röhrenfassungen (Mozar), Drehknöpfe (Mozar), Buchsen (Mozar), Sicherungselement (Wickmann), Skalenlämpchen (Osram)

Röhren (Philips-Valvo)
2 × EF 42, ECC 40, AZ 41

Nf-Übertrager
Spezialausführung mit drei Wicklungen: Fa. A. Diezmann, Ludwigsburg, Isopisstraße 26



Maßskizze und Einzelteileanordnung an der Frontplatte

Elektrokardiografie

Zur Abrundung des Wissens ist die Kenntnis der Randgebiete der Funktechnik sehr von Nutzen. Die FUNKSCHAU wird von Zeit zu Zeit geeignete Themen berücksichtigen. Der folgende Beitrag behandelt ein Teilgebiet der Elektro-Medizin.

In der medizinischen Diagnostik spielt das Elektrokardiogramm (EKG) eine wesentliche Rolle. Eine gründliche Untersuchung der Kreislauforgane eines Patienten ohne Aufnahme der Herzkurve ist heute nicht mehr denkbar. Diese Untersuchungsmethode bietet zwar für sich allein kein ausschlaggebendes Kriterium bei der Aufstellung eines Krankheitsbildes durch den Arzt; das EKG stellt vielmehr einen wichtigen Teil des gesamten klinischen Befundes dar.

Jeder Muskel erzeugt bei Kontraktion (Zusammenziehung) einen Aktionsstrom bzw. eine Aktionsspannung. Dies gilt besonders für den wichtigsten Muskel des Organismus, den Herzmuskel. Die hierbei auftretenden Spannungsunterschiede lassen sich nicht nur am Entstehungsort, d. h. am Herzen, sondern auch noch an entfernten Stellen, z. B. an den Gliedmaßen, messen. Die Spannungsdifferenzen sind zwar sehr gering und liegen in der Größenordnung von 1 mV. Auf den biologischen Ablauf dieser Spannungen im Körper soll hier nicht näher eingegangen werden. Die vom Herzmuskel ausgehenden Spannungen

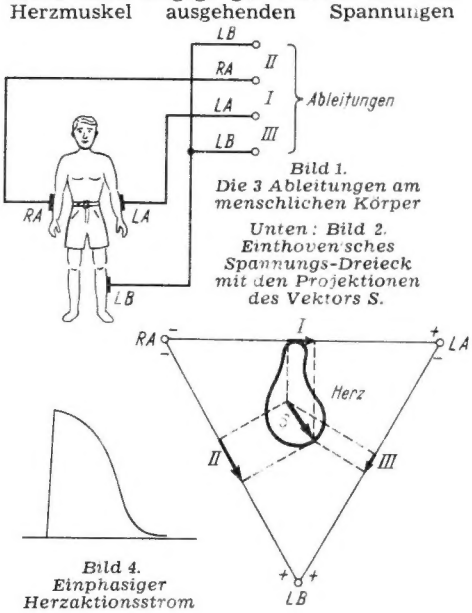


Bild 1. Die 3 Ableitungen am menschlichen Körper

Unten: Bild 2. Einthoven'sches Spannungs-Dreieck mit den Projektionen des Vektors S.

Bild 4. Einphasiger Herzaktionsstrom

breiten sich im ganzen Körper aus und können mit Hilfe von Elektroden an den Armen und am Bein abgegriffen werden.

Die klassischen Grundableitungen

Auf Grund verschiedener Untersuchungen hat Einthoven die drei klassischen Grundableitungen **(Bild 1)** festgelegt:

I. vom linken zum rechten Arm,
II. vom linken Unterschenkel zum rechten Arm,
III. vom linken Unterschenkel zum linken Arm.

Zwischen den erwähnten Extremitäten bestehen Spannungsdifferenzen, da die elektrische Herzachse, die von der anatomischen Achse abweicht, in einem bestimmten Winkel zur symmetrischen Körperachse liegt. Der Spannungsvektor S des Herzmuskels verläuft von rechts oben nach links unten. Mit Hilfe des Einthovenschen Spannungsdreieckes **(Bild 2)** läßt sich die Projektion dieses Vektors bei den verschiedenen Ableitungen grafisch darstellen. Die drei Anschlüsse der Elektroden (RA—LA—LB) sind in Form eines gleichseitigen Dreieckes gezeichnet. Der Spannungsvektor S ist auf die Dreiecksseiten projiziert, wobei in Ableitung II normalerweise die Projektion von S am größten wird. Abweichende Projektionen, z. B. I größer als II, läßt auf anormale Herzlage bestimmte Rückschlüsse zu.

Die Entwicklung der Elektrokardiografie

Die ersten Elektrokardiogramme wurden mit Hilfe des Saitengalvanometers von Einthoven als Strom-Diagramme mit Lichtstrahlprojektion auf fotografischem Papier aufgenommen (1903). Das Galvanometer arbeitete mit einem extrem dünnen Platinfaden, der sich im Felde eines starken Elektromagneten befand. Mit einer solchen Anordnung waren also nur Strom-

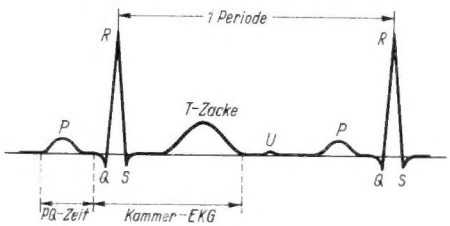


Bild 3. Normales Elektrokardiogramm

messungen möglich, die durch die elektrodynamische Auslenkung des stromdurchflossenen Platinfadens bewirkt wurden. Strommessungen sind aber ziemlich ungenau, da bei den sehr schwachen Strömen der innere Widerstand des Galvanometers relativ niedrig ist und eine Belastung der Stromquelle auftritt. Aus der beim Messen erfolgenden Stromentnahme und durch den nicht konstanten Widerstandswert der menschlichen Haut ergeben sich Polarisationserscheinungen und damit nicht mehr kontrollierbare Änderungen der Meßresultate. Ferner lagen die Eigenfrequenzen dieser Saitengalvanometer in der Nähe von 50 Hz und ermöglichten damit keine frequenzgetreue Aufzeichnung der Herzkurven.

Als schließlich vor etwa 30 Jahren die ersten brauchbaren Widerstandsverstärker entwickelt waren, konnte man dazu übergehen, die Spannungsverstärkung der Aktionsströme des Herzmuskels praktisch zu verwirklichen. Da es sich bei dieser Methode um eine leistungslose Verstärkung mit Elektronenröhren handelt, tritt bei der Messung keinerlei Energieentzug an der Meßstelle auf. Wenn nun als Anzeige- oder Schreibinstrument ein solches gewählt wird, das mit seiner Eigenfrequenz über 150 Hz liegt und die Zeitkonstante des Verstärkers entsprechend den langsamen Frequenzen der Aktionsströme zwischen 1,2 bis 2 Sek. gewählt wird, so kann mit einer frequenzgetreuen Aufzeichnung gerechnet werden.

Bei den älteren Typen werden Schleifenoszillografen besonderer Konstruktion (Siemens) benützt. Bei den neuesten Geräten dient die trägheitslose Braunsche Röhre zur Aufzeichnung. Die Zeitkonstante oder Abklingdauer eines Verstärkers wird durch die Kopplungsglieder und Ableitungswiderstände an den Gittern bestimmt. Bei mindestens 1,2 Sek. Abklingdauer werden alle Frequenzen im Bereich 0,1...150 Hz amplituden- und praktisch auch frequenzgetreu aufgezeichnet. Da die hierbei erforderlichen großen Kopplungskondensatoren eine längere Aufladezeit gebrauchen, werden die Gitterableitwiderstände beim Einstellen des Verstärkers mit einem sogenannten Schnellstarterknopf einige Sekunden lang entladen.

Die Bestandteile des Elektrokardiogramms

Betrachten wir nun die Normalform des Elektrokardiogramms **(Bild 3)**. Die charakteristischen Zacken der Herzkurve sind mit den Buchstaben P...U bezeichnet. Die Zacke P entspricht der sogenannten Vorhoferregung des Herzens und weist eine Dauer von ungefähr 0,1 Sek. auf; die Strecke P...Q vom Beginn der Zacke P bis zum Beginn der Zacke Q wird als Überleitungszeit bezeichnet und dauert 0,18 Sek. Das Kammerelektrokardiogramm umfaßt die Strecke Q...T; dabei stellen Q...R...S (0,08 Sek.) die Erregungsausbreitung in der Herzkammer und die Strecke S...T den Erregungsrückgang dar.

Über die Entstehung der Muskelaktionsströme wäre noch zu bemerken, daß jede erregte Muskelstelle sich zu einer benachbarten unerregten negativ geladen verhält. Eine einzeln erregte Stelle liefert einen sogenannten einphasigen Spannungsstoß **(Bild 4)**. Die Spannung steigt im Moment der Erregung steil an und fällt in Form einer S-Kurve auf Null zurück. Beim menschlichen Herzen treten aber nur zweiphasige Spannungsvorgänge auf, die gegenläufig sind und in ihrer Phasenlage eine kleine Verschiebung zeigen. Die Resultierende aus diesen beiden Spannungen ergibt dann den eigenartigen Verlauf der Strecke R...T **(Bild 5)**. Die Spannungsverhältnisse liegen so, daß die Höhe der P-Zacke einer Spannung von 0,1...0,25 mV, die R-Zacke 0,5...1,6 mV und die T-Zacke 0,2...0,5 mV entspricht.

Man stellt mit Hilfe der Eichspannung von 1 mV den Verstärkungsgrad des Elektrokardiografen-Verstärkers am besten so ein, daß 1 mV = 1 cm Ausschlag auf dem Film ergibt, wodurch die Ausmessung der Kurve vereinfacht wird. Wie die Untersuchungen zeigen, bleibt das charakteristische Elektrokardiogramm eines Menschen so lange unverändert, wie sich die Lage des Herzens bzw. dieses in seiner Funktion nicht ändert. Das Lesen dieser Diagramme ist eine besondere Kunst und erfordert langjährige Erfahrung.

In letzter Zeit wird auch häufig eine weitere Ableitung (IV) zwischen linkem Bein und einer Stelle an der Brustwand

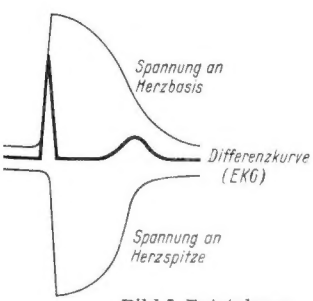
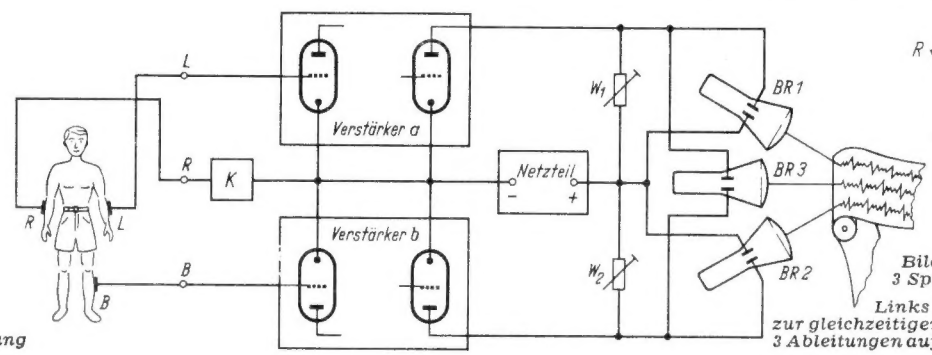


Bild 5. Entstehung der Differenzkurve aus dem zweiphasigen Spannungsvorgang



Links: Bild 6. Anordnung zur gleichzeitigen Aufzeichnung der 3 Ableitungen auf einen Filmstreifen

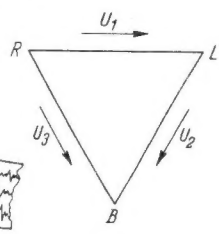


Bild 7. Richtung der 3 Spannungsvektoren

(absolute Herzdämpfung) benutzt, wodurch die Möglichkeiten der Diagnostik erweitert werden. Von diesen Brustwandableitungen werden besonders in Amerika verschiedene Varianten angewandt.

Zur Aufnahme der Kurven dienen besondere Elektroden aus Silber oder Nirosta-Stahlblech in Form von schmalen Streifen bzw. einer kleinen Blechscheibe für die Brustwand-(Thorax-)Ableitung. Die Elektroden werden nicht direkt auf die Haut gelegt, sondern mit angefeuchteten Binden so befestigt, daß eine Lage Stoff zwischen Elektrode und Haut liegt. Dadurch wird vermieden, daß eine Kapazitätswirkung zwischen Haut und Elektrode eintritt. Die Binden werden mit einer Kochsalzlösung getränkt.

Bei der Aufnahme des Elektrokardiogramms liegt der Patient möglichst bequem mit entspannten Muskeln auf einem Liegebett, das in einem ruhigen Raum und in entsprechendem Abstand von an den Wänden verlegten Starkstromleitungen aufgestellt ist. Der Patient darf nicht frieren, da sich in diesem Fall dem EKG die vom Muskelzittern verursachten unregelmäßigen Störspannungen überlagern.

Die marktüblichen Elektrokardiografen

Auf dem Markt finden sich in der Hauptsache batteriebetriebene Geräte mit Schleifenoszillografen und netzbetriebene Elektrokardiografen mit Schleifen oder Braunschen Röhren für Schreibzwecke. Die Kurven werden meist auf lichtempfindlichen Papierfilm geschrieben. Neuerdings sind auch Geräte mit direkter mechanischer Aufzeichnung erhältlich. Tintenschreiber haben sich infolge ihrer Trägheit nicht bewährt. In USA werden auch Wachsstreifen benutzt, auf welche durch einen geheizten Platinstift die Kurve übertragen wird. Die besten Kurven hinsichtlich Wiedergabetreue werden mit den Braunschen Röhren erhalten. Die Papierfilme sind meist mit einer horizontalen Strichteilung versehen, während die Zeitmarken mittels einer besonderen optischen Einrichtung gleichzeitig mit der Kurve geschrieben werden.

Schließlich sei noch kurz die Möglichkeit gestreift, mit einem Doppelverstärker alle drei Ableitungen gleichzeitig aufzunehmen. Diese neuen großen Anlagen findet man meist nur in modern eingerichteten Krankenhäusern. Beim einfachen Elektrokardiografen wird die Aufnahme der drei Ableitungen der Reihe nach durch Betätigung eines Umschalters in drei Stellungen aufgenommen. Durch Verwendung von zwei Verstärkern in Differentialschaltung und drei Schreibsystemen (Schleifenoszillografen oder Braunsche Röhren) lassen sich aber alle drei Ableitungen gleichzeitig auf einen entsprechend breiten Film schreiben **(Bild 6)**. Durch diese Schaltung wird ein dritter Verstärker auf Grund folgender Überlegungen überflüssig:

Drei Spannungen, die in Form eines Dreieckes zusammengeschaltet sind, ergeben als Summe immer den Wert Null, da $U_1 + U_2 - U_3 = 0$ **(Bild 7)**. Ferner besitzt die Spannung zwischen zwei Gliedmaßen (Ableitung) den Wert der Summe der beiden anderen Ableitungen, aber mit negativem Vorzeichen. Wenn daher nur zwei Ableitungen mit je einem Verstärker a und b gewonnen und an die beiden Braunschen Röhren BR 1 und BR 2 gelegt werden, so ergibt sich die dritte Ableitung durch Addition der Spannungen an den beiden Verstärkerausgängen. Voraussetzung dabei ist, daß die Verstärkungsfaktoren der beiden Verstärker an ihren Ausgängen gleich groß sind. Durch entsprechende Einstellung der Widerstände W_1 und W_2 läßt sich diese Gleichheit leicht erzielen. Als Kriterium dient eine Kontrollspannung K, die an den Röhren BR 1 und BR 2 bei richtiger Abgleichung keine Anzeige geben darf.

Die Weiterentwicklung der EK-Verstärker, d. h. die Steigerung ihrer Empfindlichkeit, ermöglicht die Aufnahme der an der Kopfhaut abnehmbaren Spannungen des Gehirns, die sich in Ruhe (Schlaf) und bei Denktätigkeit in Form verschiedener Wellenzüge genau wie ein EKG aufzeichnen lassen und zur Untersuchung der Gehirnvorgänge (epileptische Anfälle usw.) von besonderer Wichtigkeit sind. Dieses Gebiet ist unter dem Namen Encephalographie bekanntgeworden.

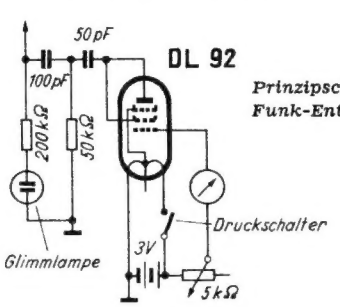
Dipl.-Ing. A. Cl. Hofmann

Auto-Entstörung leicht gemacht

Beim Einbau von Autosuperhets reicht erfahrungsgemäß die Entstörungsvorschrift des Geräteherstellers nicht in allen Fällen aus. Vor allem sind es Zündstörungen, deren Beseitigung oft mit großen Schwierigkeiten verbunden ist. Durch Anwendung der üblichen Entstörmittel tritt zwar eine wesentliche Verringerung der Zündstörungen ein, doch müssen etwa vorhandene Reststörungen durch sorgfältige Prüfung der Masseverbindungen, der Abschirmungen usw. lokalisiert werden. Der von der Firma Tonolux, Radio- und Meßgeräte-Fabrikation, Neuenbürg/Württ., hergestellte Funk-Entstörprüfer (D.B.P. angemeldet), Alleinvertrieb: BERU-Vertriebsges. mbH. Ludwigsburg, soll die zeitraubende Störungssuche wesentlich abkürzen.

Schaltungsprinzip

Die Prinzipanordnung zeigt eine Meßeinrichtung mit der als Triode geschalteten Endpentode DL 92, in deren Gitterkreis ein µA-Meter als Anzeigeinstrument angeordnet ist. Die vorhandene Reststörspannung wird mit Hilfe der Prüfspitze eines abgeschirmten Taststabes unmittelbar am lokalen Störerzeuger abgegriffen. Der Skalenausschlag des Meßinstrumentes entspricht annäherungsweise der Entstörgruppe nach VDE 0878. Eine Glimmlampe zeigt an, ob am Prüfgerät eine Spannung von über 90 V anliegt. Dieser Fall ist gegeben, wenn die Prüfspitze mit einem Punkt Verbindung hat, der gegen die Zündspannung mangelhafte Isolation besitzt.



Prinzipschaltbild des Funk-Entstörprüfers

Um den Funk-Entstörprüfer vielseitig verwenden zu können, erscheint er in einer handlichen Ausführung (Abmessungen: 200×70×40 mm) und verwendet eingebaute Stromquellen. Zum Betrieb reichen zwei Pertrix-Normalzellen Nr. 200 (3 Volt) aus, deren Spannung durch einen Regelwiderstand genau eingestellt werden kann. Die Einschaltung des Gerätes während der Prüfung geschieht durch den Druckschalter. Bei täglich ½ stündiger Betriebszeit darf man mit einer Betriebsdauer von mehreren Monaten rechnen.

Anwendung

Man führt zunächst die Entstörung gemäß der Firmenvorschrift durch und untersucht mit Hilfe des Funk-Entstörprüfers, ob z. B. an den Zündkerzen, am Verteiler, an der Lichtmaschine sowie an den einzelnen Batterieleitungen Reststörspannungen auftreten, wobei man mit dem Taststecker die jeweiligen Positionen abtastet. Die unterschiedlichen Ausschläge des Meßinstrumentes an den einzelnen Tastpunkten geben Aufschluß über die jeweilige Störverseuchung. Das Verfahren hat den Vorzug, daß sich die Überprüfung direkt am jeweiligen Störsender vornehmen läßt.

Auch vor dem Einbau des Autosuperhets erweist sich der Funk-Entstörprüfer als nützlich. So kann man den günstigsten Einbauort des Empfängers feststellen oder, falls zweckmäßig, von vornherein die Zündspule verlegen. Ebenso ist es leicht möglich, die günstigste Antennenmontage vorzunehmen, wenn man vorher alle Störverseuchungen überprüft. Die sich dabei ergebende Zeitersparnis bedeutet eine wesentliche Entlastung des Werkstattbetriebes.

Die Anwendung des Funk-Entstörprüfers ist nicht allein auf das Kraftfahrzeug beschränkt. Es sind auch von Motor-Kollektoren usw. herrührende Störungen deutlich erkennbar. Das Gerät eignet sich daher zur Ermittlung von Funkstörungen aller Art und zum Eingrenzen der Störquelle; ferner kann die Wirksamkeit der jeweiligen Entstörung überprüft werden. Schließlich läßt sich die eingebaute Glimmlampe als Spannungsprüfer verwenden, wobei zu berücksichtigen ist, daß Spannungen über 400 V nicht angelegt werden sollen. Beim Arbeiten an Spannungen über 40 V ist der Erdanschluß des Prüfgerätes mit einer einwandfreien Erdleitung zu verbinden.

Bei Gleichspannungen über 90 V wirkt der Funk-Entstörprüfer ferner als Polaritätsanzeiger. So leuchtet der dem Anzeigeinstrument abgewandte Teil der Glimmlampe auf, wenn positive Spannung zugeführt wird. Umgekehrt läßt das Aufleuchten des dem Meßinstrument zugewandten Teiles der Glimmlampe auf das Vorhandensein negativer Spannung schließen.

FUNKSCHAU-Auslandsberichte

Zwergfotozellen aus Germanium

Die Firma Sylvania stellt jetzt Zwergfotozellen aus Germanium her, die kleiner als Streichhölzchen sind und beispielsweise unmittelbar nebeneinander gesetzt werden können, um perforierte Telegrafendrähte zu „lesen". Dank ihrer kleinen Abmessungen sind sie für elektronische Rechengeräte und Sortiergeräte sehr geeignet. Allerdings ist ihre technische Entwicklung noch nicht abgeschlossen, so daß sie im Augenblick im Handel noch nicht erscheinen. Dr. K.

Quelle: Proc. Inst. Rad Engr., Sept. 1950, S. 18—A.

Elektrisches Gerät zur Regulierung von Uhren

Das genaue Einregulieren von Taschen- und Armbanduhren nimmt gewöhnlich Tage oder Wochen in Anspruch. Auf elektrischem Weg läßt sich aber mit neuen Geräten innerhalb 30 Sekunden feststellen, um wieviel die betreffende Uhr innerhalb 24 Stunden vor- oder nachgehen würde. Die Uhr wird auf ein Kristallmikrofon gelegt, das das Ticken der Uhr aufnimmt. Das Ergebnis erscheint als Diagrammlinie auf einer Schreibtrommel. Dr. K.

Quelle: Electronics, Okt. 1950, S. 23.

Kondensator mit besonders kleinem Ladungsverlust

Für manche Zwecke benötigt man Kondensatoren, die ihre Ladung besonders lange halten. So wird von einem Kondensator von 0,02 µF berichtet, der in 24 Stunden höchstens 5 % Ladung verliert. Er ist für 2200 V gebaut und hat einen Isolationswiderstand von 10^{14} Ω bei 50 mm Länge und 20 mm Durchmesser. Er ersetzt eine Trockenbatterie von 4,5 Kilogramm Gewicht. Das Dielektrikum besteht aus einem bestimmten Kunstharz, das sich in 0,05 mm dicke Schichten pressen läßt. Dieser Film hält 6 bis 10 kV aus, ohne durchzuschlagen. Dr. K.

Quelle: Electronics, Aug. 1950.

Hersteller: Condenser Products Company, 1375 North Branch Street, Chicago 22, Ill.

Abgleich des Diskriminators

Ein schwieriges Problem des AM-FM-Superhets bildet der Abgleich des Diskriminators. Hier soll eine Methode beschrieben werden, die sich in der Praxis gut bewährt hat und auch dem in dieser Technik weniger Erfahrenen keine wesentlichen Schwierigkeiten bereitet.

Allgemeines

Gewöhnlich wird der Diskriminator für einen Frequenzhub von 75 kHz bemessen, wobei die erforderliche Bandbreite 150 kHz beträgt. Da man aber den Empfänger nicht genau auf die Mittelfrequenz einstellen kann und die Oszillatorfrequenz Schwankungen unterworfen ist, wählt man für den Zf-Verstärker und für den Diskriminator eine Bandbreite von mindestens 180...200 kHz.

Die Güte des Diskriminatorkreises soll

$$Q = \frac{f}{b}$$

sein. In diesem Falle sind f die Zwischenfrequenz und b die Bandbreite. Bei einer Zf von 10,7 MHz ergibt sich bei der angegebenen Bandbreite eine Güte von etwa 50. Auf eine zusätzliche Dämpfung wird man im allgemeinen verzichten können. Der Kopplungsfaktor soll etwa $k = 1{,}5/Q$ betragen. Als günstigste Spannungsübersetzung hat sich das Verhältnis 1 : 2 herausgestellt; das entspricht bei $k = 1{,}5/Q$ einem Verhältnis $L_2/L_1 = 1{,}77$.

In den meisten Fällen wird es nicht möglich sein, die angegebenen Werte zu messen und einzustellen. Die L-Werte lassen sich berechnen oder aus Tabellen entnehmen. Es ist jedoch bei erträglichem Aufwand möglich, die Demodulationskennlinie direkt aufzunehmen, um dann die übrigen Werte einstellen zu können.

Aufnahme der Demodulationskennlinie

Zu diesem Zweck schaltet man zu den beiden 100-kΩ-Widerständen je ein Milliamperemeter mit Endausschlägen von ca. 0,1...0,5 mA in Reihe *(Bild 1)*. Sodann gibt man die auf die Zf-Mittelfrequenz abgestimmte Meßsenderfrequenz an den Eingang des Zf-Verstärkers. Man stellt die Spannung so ein, daß der Begrenzer wirksam ist. Andernfalls kann z. B. durch schief abgestimmte Zf-Filter eine falsche Kennlinie vorgetäuscht werden. Die Aussteuerungsgrenze ist erkennbar, wenn man die Ausgangsspannung des Meßsenders langsam erhöht und dabei die Diodenströme mißt. Bei wirksamer Begrenzung bleiben diese praktisch konstant.

Abgleichen

Die Meßsenderfrequenz bleibt zunächst fest eingestellt. Der Primärkreis wird jetzt so abgeglichen, daß der Ausschlag der beiden Meßinstrumente jeweils ein Maximum erreicht. Beim Durchdrehen des Sekundärkreises werden die Diodenströme wieder Höchstwerte aufweisen, die allerdings nicht zusammenfallen. Die Einstellung geschieht so, daß die Diodenströme schließlich gleiche Werte besitzen. Bei Verstimmung nach unten muß der eine Diodenstrom, bei Verstimmung nach oben der andere ansteigen. Gewöhnlich ist ein wiederholtes Nachstimmen der Kreise in der gleichen Reihenfolge erforderlich, da sich die Kreise gegenseitig beeinflussen. Verstimmt man statt des Sekundärkreises den Meßsender, so müssen sich die Diodenströme entsprechend ändern *(Bild 2)*. Um die Diskriminatorkennlinie zu erhalten, variiert man die Meßsenderfrequenz um jeweils etwa 10 oder 20 kHz und liest die auftretenden Diodenströme ab. Beim Eintragen der sich ergebenden Differenz der einzelnen Ströme in Abhängigkeit von der Frequenz, erhält man die gewünschte Kurve. Sie wird zunächst noch nicht die verlangte Linearität aufweisen.

Es gilt jetzt, die Kopplung richtig einzustellen. Zu diesem Zweck ist eine Spule so angebracht, daß sie sich um mehrere Millimeter verschieben läßt. Spulen mit Hf-Eisenkern sind dabei unpraktisch, weil bei jeder Kopplungsänderung neu abgeglichen werden müßte. Bei richtiger Kopplung resultiert eine gerade Demodulationskennline. Die bewegliche Spule ist dann sorgfältig festzustellen. Ergibt sich ein zu kleiner linearer Bereich, d. h. liegen die Maxima nicht weit genug auseinander, so muß man eine zusätzliche Dämpfung anwenden, sofern sich die gewünschte Erweiterung des linearen Bereiches nicht durch Kopplungsänderung erreichen läßt.

Steht ein Röhrenvoltmeter zur Verfügung, so ist die Einstellung etwas einfacher, wenn man die Spannung des Primärkreises mißt. Beim Durchdrehen des Meßsenders müssen zwei Höcker auftreten, die etwa mit den Maxima der Diodenströme zusammenfallen sollen. Die Spannung zwischen den Höckern beträgt ca. 10...20 % weniger als im Maximum.

Ein weiteres Verfahren zur Aufnahme der Kennlinie bildet die Steilheitsmessung, zu der man einen frequenzmodulierten Meßsender benötigt. Es wird zunächst ein sehr kleiner Hub von ca. 1 oder 2 kHz eingestellt. Dann ändert man die Frequenz z. B. um jeweils 10 kHz. Statt der Diodenströme mißt man die Nf-Spannung, die sich entsprechend der jeweiligen Steilheit ändert. Trägt man die Nf in Abhängigkeit von der Frequenz auf, so ergibt sich die Steilheitskurve *(Bild 3)*. Der lineare Teil verläuft waagerecht und muß eine Breite von 180...200 kHz aufweisen.

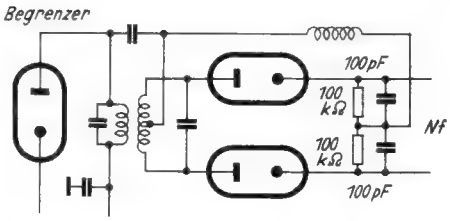


Bild 1. Prinzipschaltbild der Diskriminatorstufe

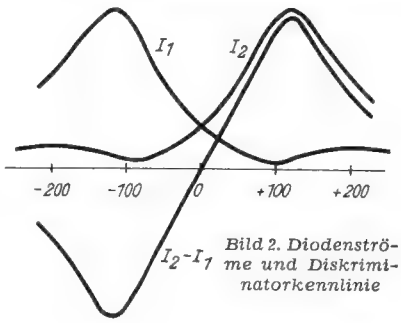


Bild 2. Diodenströme und Diskriminatorkennlinie

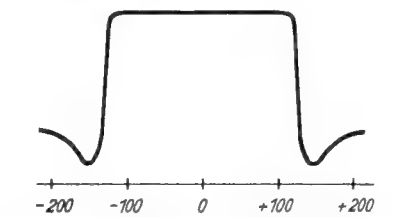


Bild 3. Steilheitskurve des Diskriminators

Praxis des UKW-Empfanges

Erfahrungsbericht und Vorschläge

Nach Einführung des UKW-Rundfunks bietet sich Gelegenheit, interessante Ausbreitungsverhältnisse insbesondere im Gebirge zu studieren. In den folgenden Ausführungen werden weitere Erfahrungen und Vorschläge im Anschluß an den in Heft 1, 1950, Seite 7, veröffentlichten Beitrag über Ausbreitungsfragen bekanntgegeben.

Eingehende Versuche, deren Ergebnisse auch mit anderen Erfahrungen (z. B. in den Alpen) übereinstimmen, ergeben für die Empfangsverhältnisse in der rheinischen Kleinstadt Linz folgendes Bild: Dort ist der UKW-Sender West (Köln-Langenberg) in einer Entfernung von ca. 55 km mit einer Feldstärke von etwa 30...100 µV/m zu empfangen. Linz liegt in der Rheinebene und ist einerseits hufeisenförmig von den Bergen des Westerwaldes umgeben und andererseits durch die Ausläufer des Eifelgebirges abgeschirmt.

Reflexionserscheinungen

Es wurde durch Peilungen mit Richtantennen festgestellt, daß die einfallende Feldstärke von Reflexionen an Bergzügen der Eifel herrührt, die aus zwei verschiedenen Richtungen stammen. Die oben angegebenen Feldstärke-Unterschiede wurden zu verschiedenen Zeiten festgestellt und traten bei beiden Reflexionen auf. Da es sich nicht um Schwunderscheinungen im üblichen Sinne handeln kann, war die Feldstärkeschwankung zunächst nicht zu erklären.

Messungen, die auf verschiedenen Höhen in der Umgebung von Linz ausgeführt wurden, ergaben für den UKW-Sender West Feldstärken von 1...3 mV/m. Der UKW-Sender des Hessischen Rundfunks (Feldberg-Taunus) erzielte auf den Anhöhen Feldstärkenwerte von 0.5..., 1,5 µV/m, während man im Linzer Tal gerade noch den Träger feststellen konnte. Die Feldstärke stieg hier gelegentlich bis zur Sprachverständlichkeit an. In diesen Fällen konnte man schnelle Flacker-Fadings beobachten. Aus dieser Erscheinung darf man auf sporadische Reflexionen an der Troposphäre schließen. Beim Empfang des UKW-Senders West waren ferner von Zeit zu Zeit Verzerrungen feststellbar. Es ist inzwischen theoretisch bewiesen, daß derartige Verzerrungen beim Empfang frequenzmodulierter Sender außerhalb der Sicht-Reichweite, wenn wie in diesem Falle Reflexionsstrahlungen mit mehreren Schwerpunkten vorliegen, durch die Laufzeitenunterschiede entstehen können. Sicht war bei den Versuchen auf den Bergen zwar nicht vorhanden. Wenn trotzdem völlig verzerrungsfreier Empfang erzielt werden konnte, so darf man annehmen, daß es zu solcher Schwerpunkt-Bildung nicht kam, d. h., daß der Empfang nur aus einem Quellpunkt herrührte. Dabei entsprach die Einfallrichtung genau der Verbindungslinie Köln-Linz.

Richtantennen als Energiespiegel

Die auf den Bergen vorgenommenen Empfangsversuche sind nun mit folgendem Experiment fortgesetzt worden. Eine auf den UKW-Sender West ausgerichtete 8-Element-Richtstrahlantenne wurde von einem in geringer Entfernung liegenden Tal aus mit einer zweiten Empfangs-Richtantenne angepeilt mit dem Zweck, von der Reflexstrahlung der auf dem Berge befindlichen, nur als Spiegel oder Reflektor wirkenden Antenne Empfangsenergie aufzunehmen. Das Ergebnis war überraschend. An der bisher vollkommen empfangstoten Talstelle ließ sich ein Empfang mit hinreichender Feldstärke (ca. 0,5 mV/m) erzielen. Alle aufgeführten Feldstärkeangaben sind relativ. Zum Empfang wurden einfache Pendelempfänger benutzt.

Da es nun im Versorgungsgebiet der UKW-Sender, insbesondere in dem hierfür ungünstigen Gebiet Rheinland-Pfalz,

viele kleine Dörfer gibt, die vollkommen im Empfangsschatten liegen werden, wäre es unseres Erachtens angebracht, mindestens durch gründliche Versuche zu klären, ob die Anbringung von Reflexions- und Umlenkantennen-Anordnungen Empfangsverbesserungen bewirken kann. Unter Umlenkantennen ist hierbei eine Anordnung zu verstehen, bei der zwei Antennen angewendet werden, von denen die eine empfängt und die zweite mit der Empfangsenergie gespeist wird und auf das zu versorgende Gelände ausgerichtet ist.

Abmessungen und Konstruktionseigenart sind auf die jeweils spezifischen Erfordernisse abzustimmen. Der Vorschlag wird auf kleine Ortschaften mit geringen Teilnehmerzahlen beschränkt bleiben. Eine solche Anordnung bedarf keiner Wartung und verursacht keine Betriebskosten. Aber auch die Verwendung kleiner Relaissender (Verstärker ohne Demodulation) mit einer zweiten, scharf bündelnden Antenne für das im Schatten liegende Versorgungsgebiet erscheint noch wirtschaftlich. Da der UKW-Rundfunk bei der gegenwärtigen Empfangssituation im MW-Bereich wesentlich an Bedeutung gewonnen hat, ist die Behandlung dieser Fragen (zumal im Hinblick auf den kommenden Fernsehrundfunk) von allgemeinem Interesse. Der neben dem UKW-Rundfunk vielleicht noch rentable Drahtfunk wird für das Fernsehen infolge des zu übertragenden breiten Frequenzbandes bei hoher Trägerfrequenz unseres Erachtens zu kostspielig.

Ing. Georg Paffrath

Winke für die Aufstellung des UKW-Dipols

Der überwiegende Teil der UKW-Rundfunkhörer ist heute auf die Verwendung eines zum Sender günstig angeordneten Dipols angewiesen. Aber auch in unmittelbarer Sendernähe, etwa im Umkreis von wenigen Kilometern, darf besonders in großen Städten die Bedeutung einer zweckmäßig aufgestellten Antennenanlage nicht unterschätzt werden, wenn neben dem Vorteil der höheren Wiedergabegüte auch der Vorzug der Störungsfreiheit beim einfacheren UKW-Empfangsteil zur Geltung kommen soll.

Es werden häufig Ratschläge erteilt, den Dipol in einer bestimmten Richtung zum Sender aufzustellen. Die Praxis zeigt jedoch immer wieder, daß durch Reflexionen an Gebäudeteilen, Freileitungen, Gestängen usw. die richtige Lage oft sehr stark von der Theorie abweicht.

Erproben der günstigsten Antennenlage

Um vollkommen sicher zu gehen, empfiehlt es sich zur Feststellung der besten Lage des Dipols, praktische Versuche vorzunehmen. Leider ergeben sich hierbei meist erhebliche Schwierigkeiten. Denn gerade dort, wo es infolge gerade noch ausreichender Empfangsfeldstärke auf die richtige Lage der Antenne ankommt, befindet sich der Empfänger im allgemeinen in größerer Entfernung vom Dipol. Nicht immer läßt sich durch Zurufe oder Zeichengeben zwischen dem Hörer am Gerät und dem „Schwenker" am Dipol (evtl. über einen dritten Mittelsmann) eine genügend klare und rasche Verständigung erzielen. Wo Meßgeräte nicht zur Verfügung stehen, machen sich bei längeren Versuchszeiträumen Modulationsschwankungen sehr störend bemerkbar. Das Verfahren ist umständlich, sehr zeitraubend und nimmt Hilfskräfte in Anspruch.

Antennenzuleitung als Tonfrequenzkabel

Es soll eine einfache Methode beschrieben werden, mit der man ohne fremde Hilfe die günstigste Stellung der Antenne rasch und mühelos finden kann. Man benötigt zusätzlich nur einen kleinen zweiten Lautsprecher oder einen Kopfhörer, dessen Qualität ohne Bedeutung ist, da es ja für den Versuch nicht auf besondere Wiedergabegüte ankommt. Kopfhörer oder Lautsprecher befinden sich in unmittelbarer Nähe des aufzustellenden Dipols. Dabei dient die Zuleitung zur Antenne gleichzeitig als Übertragungsleitung der Nf-Ausgangsspannung des Gerätes.

Die einfachste Anordnung zeigt *Bild 1*. Sie läßt sich anwenden, wenn die Mittelanzapfung der UKW-Antennenspule herausgeführt ist. Sofern das Gerät einen zweiten Lautsprecher-Anschluß besitzt, schalten wir die Mittelanzapfung über einen Kondensator von ca 0,1...0,5 µF an die Nf-Spannung. Bei der Aufstellung eines Faltdipols muß der Lautsprecher unmittelbar mit dem Mittelanschluß (evtl. über einen Widerstand von ca. 1...2 kΩ) sowie ferner mit einer in der Nähe befindlichen Erdleitung Verbindung haben. Das Gerät selbst ist zu erden, wenn der Lautsprecher stumm bleibt. Tritt bei einem Allstromgerät starkes Brummen auf, so empfiehlt es sich, den Netzstecker umzupolen. Handelt es sich um einen einfachen, offenen (60-Ω-)Dipol, so muß der Lautsprecher über einen Widerstand von ca. 1 kΩ an eine der beiden UKW-Kabelleiter angeschlossen werden.

Fehlt nun in der Nähe des Dipols eine direkte Erdleitung, so genügt es unter Verwendung eines Kopfhörers, den zweiten Anschluß mit irgendeinem größeren Metallgegenstand (z. B. Dachrinne usw.) zusammenzuschalten, oder fest in die Hand zu nehmen. Im allgemeinen wird auch dann noch die Lautstärke ausreichen.

Wie man zweckmäßig verfährt, wenn die Mittelanzapfung der UKW-Eingangsspule im Gerät nicht herausgeführt wurde oder überhaupt fehlt, erläutert *Bild 2*. Ist die Mittelanzapfung im Gerät mit Chassis verbunden, so wird es erforderlich, zwischen UKW-Kabel und Empfänger kleine Kapazitäten von je ca. 50...100 pF einzuschalten, damit man die Nf-Spannung nicht kurzschließt.

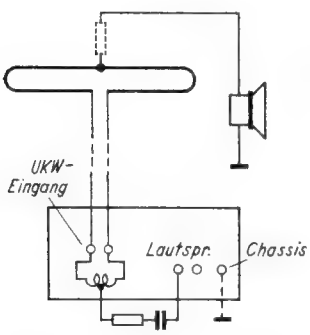


Bild 1. Antennenzuleitung als Tonfrequenzkabel bei UKW-Geräten mit angezapfter Antennenspule

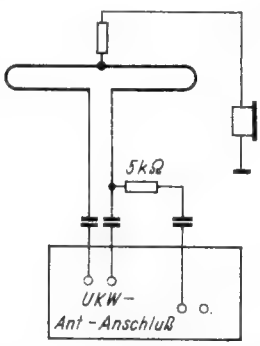


Bild 2. Hat die Mittelanzapfung der UKW-Antennenspule Chassis-Verbindung, so empfiehlt es sich zwischen UKW-Kabel und Empfänger Kondensatoren (50... 100 pF) einzuschalten

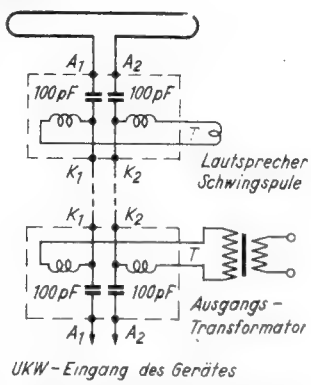
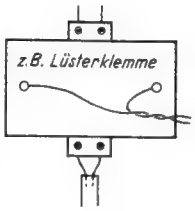


Bild 3. Elektrische Weichen gestatten es, die Nf-Spannung über die beiden Leiter des UKW-Kabels zuzuführen

Bild 4. Vorschlag für die praktische Ausführung eines Anschlußkästchens mit elektrischer Weiche



Elektrische Weichen

Eleganter ist eine Anordnung nach *Bild 3*. Diese Schaltung verzichtet auf die Verwendung der Erde als Rückleitung dadurch, daß sie elektrische Weichen (*Bild 4*) verwendet und die beiden Leiter des UKW-Kabels als Hin- bzw. Rückleitung für den Nf-Strom zum Lautsprecher benutzt. Es empfiehlt sich dann den Ausgangstransformator unmittelbar an das Empfangsgerät anzuschließen oder die Nf-Spannung parallel zur Schwingspule des im Gerät eingebauten Lautsprechers zu übertragen.

Die Nf-Spannung wird über je eine UKW-Hf-Drossel (ca. 20...30 Windungen, Cu-Draht 0,5 mm Durchmesser, Spulendurchmesser 5...8 mm) den beiden Leitungen des UKW-Kabels zugeführt. Diese Spannung gelangt unmittelbar am Dipol oder einige Meter davor über gleichartige Hf-Drosseln zur Lautsprecherschwingspule. Kleine Kapazitäten verhindern dabei in jeder Weiche einen Kurzschluß der Nf-Spannung über die UKW-Antennenspule bzw. über den Faltdipol.

Wer häufig UKW-Antennenanlagen zu erstellen hat, fertigt am besten zwei derartige Weichen in Kästchenform mit bequemen Anschlußmöglichkeiten für Bandkabel, Antenne bzw. Empfänger (A_1 und A_2), Kabel (K_1 und K_2) und passenden Doppelleitungen für Telefon oder Lautsprecher (T).

Der Verfasser, der nicht in unmittelbarer Nachbarschaft eines UKW-Rundfunksenders wohnt, hat mit Hilfe der zuletzt geschilderten Anordnung viele UKW-Dipole mit Erfolg aufgestellt und dabei reiche praktische Erfahrungen in der zweckmäßigen Aufstellung von UKW-Antennen sammeln können. Es sei erwähnt, daß diese Methode, besonders bei der Errichtung von Dipolantennen mit Reflektor und Direktor gute Dienste leistet.

Die durch die Anordnung, speziell bei Verwendung von Widerständen an Stelle der Hf-Drosseln hervorgerufene zusätzliche Dämpfung, ist sehr gering und hat für das Erproben der günstigsten Dipollage keinerlei Bedeutung.

Sehr oft ist die Bestimmung des Empfangsmaximums nicht einfach. Viel leichter lassen sich Stellungen ermitteln, bei denen Minimum der Empfangsamplitude auftritt (stärkstes Rauschen bei Pendlern!). Wählt man für die Empfangsantenne eine Lage, die zu mehreren Minimumstellungen senkrecht steht, so darf man diese als die richtige betrachten, bei der die günstigsten Empfangsbedingungen für den betreffenden UKW-Sender zu erwarten sind.

Dipl.-Ing. Ulrich Fusban

Leichtere Nachrichtengeräte

Bei transportablen Nachrichtengeräten, wie sie u. a. für kommerzielle Zwecke verwendet werden, kommt es neben unbedingter Betriebssicherheit vor allem auf Gewichtsersparnis an. In Amerika wurde in dieser Richtung umfangreiche Entwicklungsarbeit geleistet. So gelang es, das Gewicht einer kleinen Feldfernsprechzentrale unter Beibehaltung aller Funktionen und mit voller Betriebssicherheit von 33 kg auf 10 kg herabzudrücken. Bei Fernschreibern glückte eine Verringerung des Gewichtes von 100 kg auf 20 kg. Das Gewicht des Feldfernsprechkabels wurde von bisher 37 kg/km auf 14 kg/km verringert. Dabei konnte die Sprechreichweite auch bei nassem Kabel auf fast 20 km vergrößert werden. Die heutigen Zwergröhren nehmen nur 15 % des Raumes der früheren Röhren ein, die wiederum ganz wesentlich kleiner als die noch vor Jahren gängigen Typen sind. Widerstände und Kondensatoren nehmen nur noch 10 % bzw. 25 % des Raumes der vor einem Jahrzehnt verwendeten Typen ein. Bei Stromerzeugern gelang unter Beibehaltung der Leistung eine Gewichtsreduzierung von 55 kg auf 38 kg. Dr. K.

Niederfrequente Bandbreitenregelung

Im allgemeinen dienen Klangfarbenregler bei Rundfunkempfängern dazu, die besonders bei Fernempfang mehr oder weniger stark auftretenden Störgeräusche zu verringern. Da diese Störungen hauptsächlich im oberen Gebiet des Hörbereichs liegen, sind die Klangfarbenregler so ausgebildet, daß man mit ihnen eine Beschneidung der Höhen vornimmt.

Es zeigt sich jedoch, daß die Wiedergabe durch Betätigen des Klangfarbenreglers unnatürlicher und damit unverständlicher wird, weil sich die geometrische Mitte des Klangbildes, die bei Normalwiedergabe bei etwa 800 Hz liegt, mehr nach den tiefen Tönen zu verschiebt. Wie Untersuchungen gezeigt haben, empfindet das menschliche Ohr die Verschiebung dieser Klangbildmitte mehr oder weniger unangenehm. Daraus ergibt sich die Folgerung, den Klangfarbenregler so auszubilden, daß bei einer Wegnahme der Höhen auch die tiefen Töne gleichzeitig im entsprechenden Verhältnis abgesenkt werden.

Ein Beispiel mag dies erläutern: Der eingeschaltete Klangfarbenregler soll so dimensioniert sein, daß die obere Grenzfrequenz des Verstärkers bei 2150 Hz liegt (bei der Grenzfrequenz ist die Spannung auf das 0,7fache gegenüber der Spannung einer mittleren Frequenz gesunken). Bezeichnen wir die Frequenz der geometrischen Mitte (800 Hz) mit f_m, die obere Grenzfrequenz mit f_o und die untere mit f_u, so können wir schreiben

$$f_m = \sqrt{f_u \cdot f_o}\ [\mathrm{Hz}]$$

oder $f_u = \frac{f_m^2}{f_o}$, also in unserem Falle

$$f_u = \frac{800^2}{2150} \sim 300\ \mathrm{Hz}$$

Bei der Bemessung einer Schaltung zur gleichzeitigen Wegnahme der Höhen und Tiefen ist aber zu berücksichtigen, daß u. U. eine Verschiebung der geometrischen Mitte des Klangbildes gerade erwünscht ist (z. B. beim Schallplattenspiel mit magnetischem Tonabnehmer oder beim Empfang einer Rundfunksendung mit zu stark betonten Höhen). Es muß also auch noch die Möglichkeit vorgesehen werden, die Höhen allein zu schwächen (auf die Notwendigkeit, u. U. auch die Tiefen allein abzusenken, soll hier nicht näher eingegangen werden).

Die Möglichkeit, die Höhen und Tiefen unabhängig voneinander zu regeln, die bei manchen Geräten vorgesehen ist, hat den Nachteil, daß für die Klangfarbenregelung zwei Knöpfe notwendig sind. Das bringt eine gewisse Bedienungsschwierigkeit mit sich, so daß der Laie die für die betreffende Sendung richtige Reglerstellung häufig gar nicht findet.

Eine bekannte Industrieschaltung mit stufenweiser Regelung und gleichzeitiger Beschneidung der Höhen und Tiefen zeigt **Bild 1**. Stellung 1 des Tonblendenschalters gibt die optimale Qualität, Stellung 2 bewirkt ein Absinken der Höhen allein, während in Stellung 3 Höhen und Tiefen gleichzeitig abgesenkt werden.

Eine stetige niederfrequente Bandbreitenregelung wäre z. B. mit Hilfe eines Differentialkondensators möglich **(Bild 2)**. In der Endstellung (bei voller Kapazität von C_2) hat der Kopplungskondensator zur nächsten Röhre volle Kapazität, während die Parallelkapazität zur Anode der Vorröhre nicht eingeschaltet ist. Das ist die Stellung „breit". In der Schmalbandstellung (C_1 volle Kapazität) werden die Höhen durch das ganz eingeschaltete Parallel-C (C_1) beschnitten, während der Übergang der tiefen Töne durch die verringerte Kopplungskapazität (C_2) zur nächsten Röhre verringert wird. Ein einfaches Durchrechnen zeigt jedoch, daß diese Schaltung im allgemeinen praktisch nicht ausführbar ist, da die Kapazität des Differentialkondensators sehr groß sein muß und solche Kondensatoren relativ teuer wären.

Eine recht einfache Lösung der stetigen Nf-Bandbreitenregelung, die nur ganz geringen Aufwand benötigt, besteht in der Kombination zweier RC-Siebglieder, von denen das eine die Begrenzung nach unten und das andere die Begrenzung nach oben ausführt.

In **Bild 3** sehen wir ein Siebglied zur Begrenzung der tiefen Töne. Die Spannung am Ausgang dieses Siebgliedes ist

$$U_1 = U_0 \frac{R_1}{\sqrt{R_1^2 + \left(\frac{1}{\omega C_1}\right)^2}}$$

Im speziellen Falle, in dem $|R_1| = \left|\frac{1}{\omega C_1}\right|$ ist, wird

$$U_1 = U_0 \frac{R_1}{\sqrt{2 R_1^2}} = U_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}7\ U_0.$$

Die Frequenz, bei der $|R_1| = \left|\frac{1}{\omega C_1}\right|$ ist, ist die Grenzfrequenz. Das Spannungsteiler-Verhältnis einer RC-Kombination beträgt bei der Grenzfrequenz 1 : 0,7.

Wie man sieht, liegt die Grenzfrequenz einer solchen Schaltung um so tiefer, je größer C_1 und je größer R_1 sind.

Ein Siebglied zur Begrenzung der hohen Töne geht aus **Bild 4** hervor.

Hier wird für die Grenzfrequenz

$$\left|\frac{1}{\omega C_2}\right| = |R_2|$$

$$U_2 = U_1 \frac{\frac{1}{\omega C_2}}{\sqrt{R_2^2 + \left(\frac{1}{\omega C_2}\right)^2}} = U_1 \frac{\frac{1}{\omega C_2}}{\sqrt{2\,\frac{1}{\omega^2 C_2^2}}} = 0{,}7\ U_1.$$

Die Grenzfrequenz einer solchen Anordnung liegt um so höher, je kleiner der Widerstand R_2 und je kleiner die Kapazität C_2 sind.

Faßt man nun diese beiden Siebglieder derart zusammen, daß die beiden Widerstände R_1 und R_2 zusammen ein Potentiometer bilden, so ergibt sich die einfache Anordnung nach **Bild 5**. Der Zusatzwiderstand r begrenzt die Regelung, um den Außenwiderstand bei zu weit heruntergedrehtem Regler nicht zu stark absinken zu lassen. Steht der Schleifer bei B, so wird das ganze Frequenzband übertragen; bei der Schleiferstellung S tritt eine Einengung des Frequenzbereiches nach oben und unten ein.

An Hand der Ersatzbilder der beiden Endstellungen lassen sich die Vorgänge leicht übersehen **(Bild 6 und 7)**. In der Breitstellung ist der Querwiderstand (P + r) sehr hoch, so daß bei entsprechender Dimensionierung keine Schwächung der Tiefen eintritt, während der Vorwiderstand (R_2 gemäß Bild 4) für die Höhen (abgesehen vom Innenwiderstand der Vorröhre) null geworden ist. Die Höhen werden also ungeschwächt hindurchgelassen.

Zur Berechnung der Schaltelemente kann man in folgender Weise vorgehen: Der Potentiometerwiderstand sei zu 1 MΩ angenommen und der Zusatzwiderstand r zu 0,2 MΩ. Der gesamte Widerstand (P + r gemäß Bild 5) ist also 1,2 MΩ.

In Stellung „breit" berechnet sich für eine untere Grenzfrequenz von 50 Hz die Kapazität aus $|R_1 + R_2| = \left|\frac{1}{\omega C_1}\right|$

$$C_1 = \frac{1}{(R_1 + R_2) \cdot 2\pi f} = \frac{10^{12}}{1{,}2 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} \sim 2500\ \mathrm{pF}$$

In Stellung „schmal" (Schleifer bei S) soll die untere Grenzfrequenz auf 300 Hz ansteigen; damit muß

$$r = \frac{1}{2\pi f_u \cdot C_1} = \frac{10^{12}}{2\pi \cdot 300 \cdot 2500} \sim 200\ \mathrm{k\Omega}$$

werden.

Für die obere Grenzfrequenz bei „schmal", die mit 2150 Hz festgelegt wurde, ist (gemäß Bild 4) R_2 maßgebend, sein Wert beträgt 1 MΩ. Die Kapazität C_2 (gemäß Bild 4) berechnet sich zu

$$C_2 = \frac{1}{2\pi f \cdot R_2} = \frac{10^{12}}{2\pi \cdot 2150 \cdot 10^6} \sim 75\ \mathrm{pF}$$

einschließlich der Gitterkapazität der folgenden Röhre.

Wie man sieht, besitzen die gefundenen Werte der Schaltelemente Größenordnungen, die sich praktisch leicht darstellen lassen.

Bild 8 zeigt die Grenzkurven einer solchen Einrichtung. Ein Vergleich der beschriebenen Anordnung mit einem gewöhnlichen nur die Höhen absenkenden Klangfarbenregler zeigt bei gestörtem Empfang die Überlegenheit des niederfrequenten Bandbreitenreglers im Hinblick auf Verständlichkeit und Natürlichkeit der Wiedergabe.

Eingangs war erwähnt worden, daß bei Schallplattenspiel zwar eine Absenkung der Höhen u. U. zur Verringerung des Nadelgeräusches notwendig sein wird, daß aber keinesfalls die Tiefen eine Schwächung erfahren dürfen, da diese ja aus

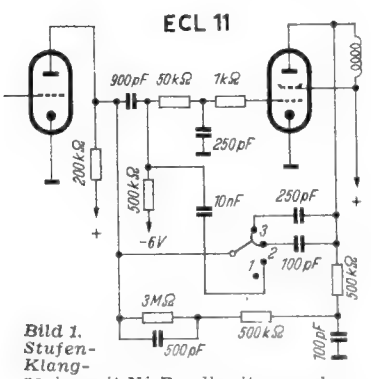


Bild 1. Stufen-Klangregler mit Nf-Bandbreitenregelung

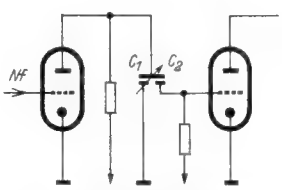


Bild 2. Stetige Nf-Bandbreitenregelung mit Differentialkondensator

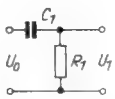


Bild 3. RC-Glied (Tiefenabsenkung)

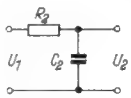


Bild 4. RC-Glied (Höhenabsenkung)

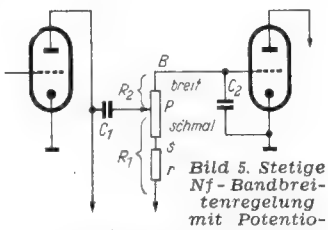


Bild 5. Stetige Nf-Bandbreitenregelung mit Potentiometer ($C_1 = 2500$ pF, $C_2 = 75$ pF, $P = 1$ Megohm, $r = 0{,}2$ Megohm

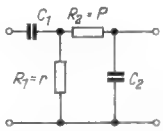


Bild 6. Regler „Schmal"

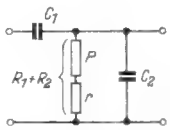


Bild 7. Regler „Breit"

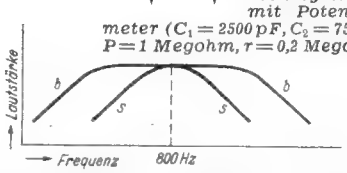


Bild 8. Frequenzkurven „Schmal" s u. „Breit" b

bekannten Gründen bereits bei der Aufnahme abgeschwächt aufgenommen werden. Man muß also den niederfrequenten Bandbreitenregler so konstruieren, daß z. B. am Wellenschalter eine zusätzliche Kontaktstellung vorgesehen wird, mit der bei Plattenspieler-Betrieb ein sehr großer Kondensator (etwa 20 nF) parallel zu C_1 gemäß Bild 5 gelegt wird. Dadurch verschiebt sich die Grenzfrequenz so weit nach unten, daß auch in Stellung „schmal" noch keine Absenkung der innerhalb des Hörbereichs liegenden Tiefen eintritt. Da jedoch auch bei Rundfunkempfang u. U. eine Absenkung lediglich der hohen Töne erwünscht ist, kann man als Potentiometer ein solches mit Druck-Zugschalter verwenden, mit dem sich der oben erwähnte Zusatzkondensator willkürlich zu- oder abschalten läßt.

Dipl.-Ing. Karl Eisele

Für den Anfänger: Über den Isolationswiderstand der Kopplungskondensatoren

Die Kopplungskondensatoren haben die Aufgabe, die zu verstärkenden Wechselspannungen von der Anode der Vorröhre auf das Gitter der Endrohre zu übertragen (**Bild 1**). Dabei soll der statische Potentialunterschied der beiden Elektroden nicht beeinflußt werden.

Die wunschgemäße Übertragung der Wechselspannungen läßt sich durch passende Wahl der Kapazität und des Gitterableitwiderstandes leicht erreichen. Viel schwieriger ist es, die zweite Forderung einzuhalten, denn der Gleichstromwiderstand eines Kondensators ist nicht unendlich groß, sondern hat je nach der Zusammensetzung seines Dielektrikums, seiner Herstellung und seiner Lagerbedingungen einen Wert, der häufig das zu fordernde Minimum unterschreitet. Mit einer Serie von Rollkondensatoren aus der Nachkriegszeit (1945/46) wurden in dieser Hinsicht besonders schlechte Erfahrungen gemacht. Im folgenden soll quantitativ untersucht werden, welchen Einfluß ein Kopplungskondensator mit endlichem Isolationswiderstand auf die Arbeitsbedingungen der Endröhre hat. Zum Schluß wird eine Meßanordnung angegeben, mit der man die interessierenden Isolationswiderstände ohne höchstempfindliche Instrumente messen kann.

Arbeitspunktverschiebung bei wenig steilen Röhren

Wir wollen hier eine Endröhre annehmen, die eine Steilheit von etwa 1,4 mA/Volt und einen mittleren Katodenstrom $I_a + I_{g2}$ von 13,5 mA bei —11,5 Volt Gitterspannung hat (RES 164/L 416 D). Die Gitterspannung wird in der Regel automatisch durch Einschalten eines 850-Ω-Widerstandes zwischen der Heizfadenmitte und der negativen Bezugsleitung erzeugt. Das Gitter hat über einen Widerstand von 1 MΩ ebenfalls mit Masse Verbindung. Von der Anode der Vorröhre fließt über den endlichen Isolationswiderstand des Kopplungskondensators und den Gitterableitwiderstand ein Leckstrom. Infolge seines Spannungsabfalles am Gitterableitwiderstand erhält das Gitter ein positives Potential gegenüber der Bezugsleitung, wodurch der Arbeitspunkt sich in Richtung größerer Anoden- und Schirmgitterströme verschiebt und die Röhre überlastet wird.

Um einen quantitativen Überblick zu erhalten, betrachten wir folgendes Beispiel:

Spannung an der Anode der Vorröhre	**+ 100 Volt**
Isolationswiderstand des Kopplungskondensators	**50 MΩ**
Gitterableitwiderstand	**1 MΩ**
Katodenwiderstand	**850 Ω**

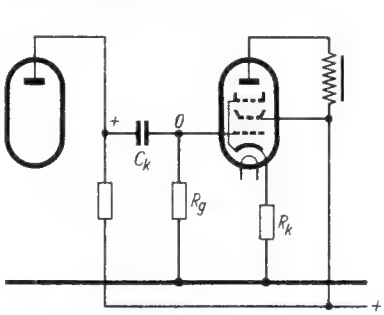


Bild 1. Schaltung des Kopplungskondensators zwischen zwei Röhren

In **Bild 2** ist der Katodenstrom in Funktion der Gitterspannung dargestellt. Den Arbeitspunkt erhält man bei idealem Kopplungskondensator als Schnittpunkt dieser Kurve mit der Widerstandsgeraden für den gewählten Katodenwiderstand. In unserem Falle entsteht durch die endliche Isolation des Kopplungskondensators eine positive Spannung von 2 Volt am Gitter. Diese Spannung ist unabhängig vom Katodenstrom und addiert sich zu der am Katodenwiderstand erzeugten Spannung. Den neuen Arbeitspunkt A′ erhält man also durch eine Parallelverschiebung der Widerstandsgeraden um 2 Volt nach rechts. Bild 2 zeigt, daß dabei der Katodenstrom um ca. 1 mA, also um 7 % angestiegen ist.

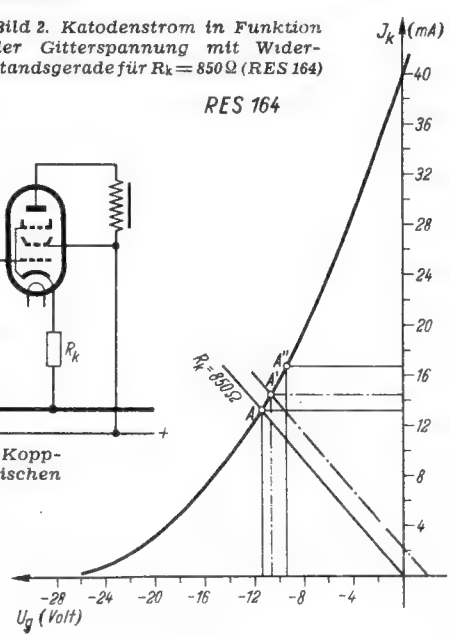
Legt man nun eine Schaltung zugrunde, bei der die Grundvorspannung nicht automatisch durch den Katodenstrom, sondern durch eine getrennte Widerstandsanordnung erzeugt wird, so ist der Stromanstieg noch größer, da jetzt die ausgleichende Wirkung des Katodenwiderstandes fehlt. Man gewinnt den Arbeitspunkt A″ als Schnittpunkt der Katodenstromkennlinie mit der um 2 Volt nach rechts gerückten, senkrechten Gitterspannungslinie. Der Stromanstieg beträgt jetzt 3,2 mA, also 24 %. Im gleichen Verhältnis wächst auch die thermische Belastung der Röhre.

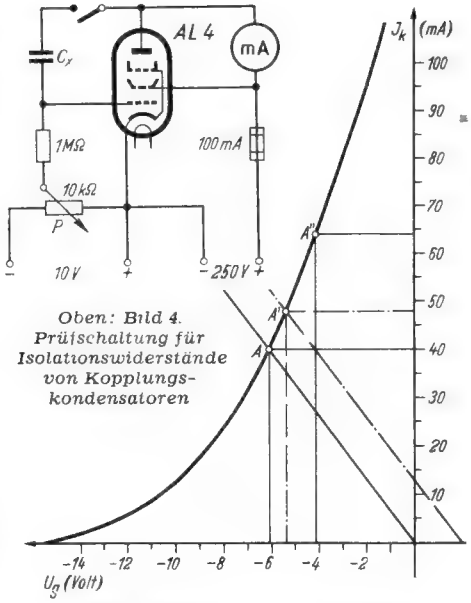
Arbeitspunktverschiebung bei steilen Endröhren (AL 4)

Spannung an der Anode der Vorröhre	**+ 100 Volt**
Isolationswiderstand des Kopplungskondensators	**50 MΩ**
Gitterableitwiderstand	**1 MΩ**
Katodenwiderstand	**150 Ω**

Aus **Bild 3** wird ähnlich wie aus Bild 2 der neue Arbeitspunkt bei automatischer und bei fester Vorspannung entnommen. Der Katodenstrom bei idealem Kopplungskondensator beträgt 40 mA, er steigt in unserem Beispiel auf 48 bzw. bei fester Vorspannung auf rund 64 mA an. Der prozentuale Anstieg des Katodenstromes beträgt 20 bzw. 60 %. Bei gleichem Kopplungskondensator ist also der Stromanstieg bei einer steilen Endpentode wesentlich größer als bei den älteren, weniger steilen Röhren.

Bild 2. Katodenstrom in Funktion der Gitterspannung mit Widerstandsgerade für $R_k = 850\,\Omega$ (RES 164)





Oben: Bild 4. Prüfschaltung für Isolationswiderstände von Kopplungskondensatoren

Bild 3. Katodenstrom in Funktion der Gitterspannung mit Widerstandsgerade für $R_k = 150\,\Omega$ (AL 4)

Meßanordnung zur Bestimmung des Isolationswiderstandes

Im Beispiel der Röhre AL 4 bedeutet eine maximale Arbeitspunktverschiebung um 0,3 Volt bei fester Vorspannung eine Erhöhung des Katodenstromes um ca. 3 mA. Dies soll eben noch als zulässig gelten. Der Grenzwiderstand des Kopplungskondensators müßte also 300 MΩ betragen. Der Leckstrom bei 250 Volt Spannung beträgt dann im Höchstfalle 0.83 µA. Da Instrumente, die derart kleine Ströme noch gut anzeigen, sehr selten sind, empfiehlt sich die in **Bild 4** gezeigte Meßanordnung für ein Instrument mit 100 mA Vollausschlag. Der Anodenstrom der Röhre AL 4 wird mit Hilfe des Potentiometers P auf 36 mA eingeregelt. Die Steilheit im Arbeitspunkt beträgt dann rund 9 mA/Volt. Wir schalten den zu prüfenden Kondensator zwischen Anode und Gitter, wobei sich der Anodenstrom um nicht mehr als 3 mA erhöhen darf. Um eine Überlastung des Instruments und der Röhre bei sehr schlecht isolierten Kondensatoren zu verhindern, empfiehlt sich das Zwischenschalten einer Sicherung (100 mA).

Dipl.-Ing. Albert Schairer

Nachnahmen sind unpraktisch und teuer!

Die Freunde und Kunden des Franzis-Verlages wollen wir auch über die beste Bezugsart gut beraten. Viele Leser bestellen ihre Bücher noch immer für die Zusendung unter Nachnahme, wahrscheinlich ohne zu wissen, welche erheblichen Spesen ihnen daraus erwachsen. Besonders bei kleinen Rechnungsbeträgen, wie sie sich beim Bezug unserer „Radio-Praktiker-Bücherei" meist ergeben, ist die Nachnahme-Zusendung viel zu kostspielig. Die Nachnahmelieferung ist auch unpraktisch; ist der Empfänger häufig abwesend, so kann die Nachnahme nicht eingelöst werden, und es entstehen unnötige Kosten und Verzögerungen.

Wir raten deshalb: Bestellen Sie alle Ihre Bücher, Tabellen, Bauhefte usw. *unter Voreinsendung des Betrages!* In allen unseren Anzeigen geben wir die Versandkosten an, die dem eigentlichen Buchpreis hinzuzurechnen sind. Zahlen Sie den sich ergebenden Betrag auf das *Postscheckkonto München 5758* (Franzis-Verlag) ein und notieren Sie Ihren Wunsch auf dem Zahlkartenabschnitt: das ist die billigste und rascheste Bestellart. Sie erspart Ihnen Zeit und uns Arbeit, und Sie kommen auf diese Weise mindestens drei Tage früher in den Besitz Ihrer Bücher.

Fernsehen im UHf-Band 475...890 MHz

Jeder technische Fortschritt wirft neue Probleme auf, die es zu meistern gilt. In Amerika führte die sprunghafte Entwicklung des Fernsehens zu einer bedenklichen Verknappung der Senderkanäle, so daß es heute schon in vielen Gebieten unmöglich ist, am Fernsehen teilzunehmen, weil man zur Überbrückung toter Zonen Frequenzen für neue Sender nicht mehr zur Verfügung hat. Der Fernsehbetrieb wickelt sich jetzt im VHf-Band (UKW) ab, das sich mit einigen Unterbrechungen von 54...216 MHz erstreckt. Gegen 500 Fernsehstationen müssen sich in 12 Kanäle zu je 6 MHz Bandbreite teilen. Man ist daher gezwungen, mit Gleichwellensendern zu arbeiten, die ein Muttersender versorgt.

Um gegenseitige Störungen zu vermeiden, wurde bestimmt, daß Gleichwellensender mindestens 240 km und Nachbarsender mindestens 120 km voneinander entfernt sein müssen. Es hat sich aber gezeigt, daß in vielen Gebieten, vor allem bei Gleichwellenbetrieb, Interferenzstörungen bis über 300 km auftreten, die die Feldstärkeänderungen infolge Troposphärenschwankungen verursachen. Als Ausweg wird erwogen, die Stratovision noch mehr als bisher anzuwenden und zu einem höheren Frequenzband überzugehen, in dem noch genügend Raum vorhanden ist. Die bisherigen Ergebnisse der Stratovision lassen jedoch keine befriedigende Lösung erwarten. Das Interesse der Fernsehindustrie wendet sich daher immer mehr der zweiten Lösung zu. Im sogenannten UHf-Band (Ultrahohes Frequenzband) steht für das Fernsehen der Bereich von 475...890 MHz zur Verfügung, in dem 69 neue Kanäle untergebracht werden könnten, und das auch geeignet wäre, das viel diskutierte Farbfernsehen mit u. U. größerer Bandbreite als 6 MHz aufzunehmen. In Amerika strebt man in Großstädten ein Vierfach-Programm an, da nur ein Mehrfachprogramm, wie die Statistik beweist, einen genügenden Anreiz zum Kauf eines Fernsehempfängers zu bieten vermag. Auch dieser Umstand könnte ein Grund sein, zum UHf-Band überzugehen. Um die empfängerseitigen Kosten gering zu halten, wäre es vorteilhafter, kein gemischtes VHf/UHf-Vierfachprogramm zu senden, sondern alle vier Programme über VHf oder UHf auszustrahlen.

Versuchsergebnisse

Die amerikanischen Fernsehgerätehersteller RCA, Du Mont und Philco haben inzwischen ausgedehnte Sende- und Empfangsversuche sowie genaue Feldstärkemessungen vorgenommen, die man als ermutigend ansehen darf. Allerdings verliefen die ersten in großer Entfernung durchgeführten Empfangsversuche sehr unbefriedigend. Um gleiche Eingangsfeldstärken wie im VHf-Bereich zu erzielen, wären Senderleistungen aufzuwenden, die man mit den gegebenen Einrichtungen auf wirtschaftlich tragbare Weise nicht erzeugen könnte. Um gleiche Empfangsverhältnisse wie im UKW-Bereich sicherzustellen, müßte die Senderleistung zur Überbrückung einer Entfernung von 65 km von 20 kW auf 1 : 500 (500 MHz) bzw. auf 1 : 5000 (900 MHz) vergrößert werden. Dies läßt sich mit ökonomischen Mitteln nicht verwirklichen, um so mehr, als die gegenseitigen Störungen auf das mehr als 30-fache ansteigen würden.

Man fand aber nach genauerer Auswertung der Meßergebnisse, wie sie in den Kurven (*Bild 1*) niedergelegt wurden, daß wohl der Feldstärkeunterschied in 50 km Entfernung gegenüber 15 km mehr als 1 : 10 beträgt (bei 900 MHz sogar über 1 : 50), daß aber die Reichweite in einer Entfernung bis zu 15 km ungefähr umgekehrt proportional der Entfernung ist, wenn sich die Antenne höher als 60 m über dem Erdboden befindet. Messungen im Umkreis von 15 km haben ergeben, daß es gar nicht notwendig ist, mit Leistungen von 100 kW und mehr zu arbeiten, sondern daß man hier auch mit kleineren Senderleistungen noch genügende Feldstärken erhält. So wurden in 15 km Entfernung von der mit 4 kW ausgestrahlten Leistung noch Feldstärken von 5 mV/m gemessen, mit denen ausreichende Bildgüte erzielt werden konnte. Diese Erkenntnisse bewogen die RCA, die Einführung des „Oberband (UHf)"-

Polycast-Systems

vorzuschlagen, das eine Vielzahl kleiner 200...600-Watt-Sender vorsieht. Da neue Hochleistungsantennen mit Richtstrahlwirkung und 20 fachem Leistungsgewinn verwendet werden sollen, können auf diese Weise die erforderlichen 4 kW erreicht werden. Die tatsächliche Senderleistung wird je nach der Geländebeschaffenheit und Bevölkerungsdichte verschieden sein. Wichtig ist, daß keine Interferenzstörungen durch Nachbar- und Gleichwellensender zu beobachten waren. Es wird vorgeschlagen, die Minimalentfernung zwischen Gleichwellensendern in den VHf- und UHf-Bändern auf 350 km zu erhöhen. Die gefürchteten Geisterbilder (Doppelbilder durch Reflexionen) treten im UHf-Band weniger in Erscheinung. Erfreulicherweise stören Zündfunken und Elektromotoren kaum noch und auch die Flackerzeichen werden geringer. Die Feldstärkeunterschiede am Empfangsort sind jedoch infolge größerer Schattenbildung an Gebäuden und Hügeln wesentlich größer als bei längeren Wellen. Ferner ergeben sich höhere Verluste durch die Antennenableitungen. Die effektive Antennenhöhe wird geringer und das Eigenrauschen größer. Ob bei UHf, wie man annimmt, kleinere Eingangsfeldstärken für gleiche Bildgüte genügen, richtet sich ganz nach den örtlichen Gegebenheiten. Wie die Kurven (Bild 1) zeigen, weichen die Meßergebnisse bei unebenem Gelände mitunter stark von den errechneten Werten ab.

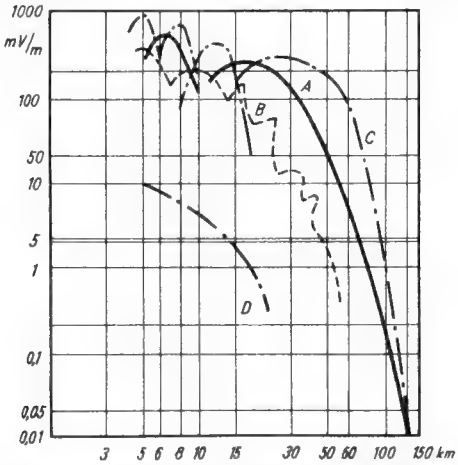


Bild 1. Errechnete und gemessene Feldstärkekurven bei einer effektiven Abstrahlleistung von 100 kW. Höhe der Sendeantenne = 350 m, Höhe der Empfangsantenne = 10 m. Bodenerhebungen bis 100 m. Kurve A gilt für 500 MHz, Kurve C für 900 MHz, während Kurve B die Meßergebnisse bei 500 MHz (4 kW) darstellt und Kurve D sich auf 4-kW-Leistung bei 900 MHz bezieht

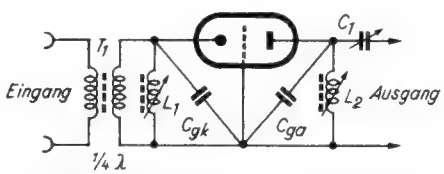


Bild 2. Prinzipschaltbild des „Symmetrons"

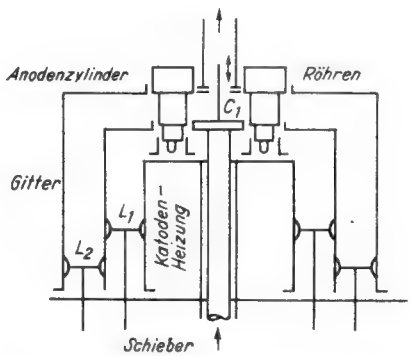


Bild 3. Aufbau der „Symmetron"-Topfkreise

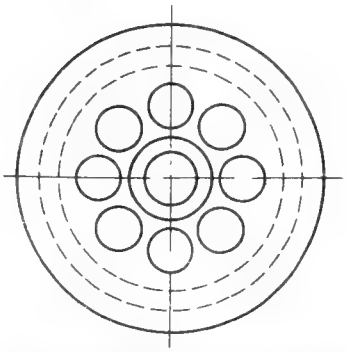


Bild 4. Röhrenanordnung des „Symmetrons"

UHf-Sender

Während man im VHf-Band bereits Sendeeinrichtungen genügender Leistung zu bauen imstande ist und auch auf dem Gebiet der Mikrowellen durch die Radarpraxis den Bau von Sende- und Empfangsgeräten beherrscht, ist das UHf-Gebiet noch Neuland. Es fehlte an Erfahrungen und vor allem an geeigneten Röhren.

Inzwischen konnten auf dem Röhrengebiet gewisse Fortschritte erzielt werden. So wartete die Firma Collins Radio mit der Hochleistungsröhre „Resonatron" auf, die sich bereits in ähnlicher Form im Kriege (Störsender) bewährt hat. Es handelt sich um eine Röhre, in der gleichzeitig die Resonanzkreise untergebracht sind. Eine andere Lösung macht von Mehrfachröhren in einem einzigen Resonanzkreis Gebrauch. Durch diese Anordnung ergeben sich für alle kreisförmig angeordneten Röhren (z. B. 4 bis 20 Stück) gleiche stabile elektrische Verhältnisse. Ein solcher UHf-Verstärker ist unter der Bezeichnung „Symmetron" von der Firma Westinghouse gebaut worden. Er zeichnet sich durch geringes Gewicht sowie durch verhältnismäßig billige Röhren aus und vermag bei 1000 MHz noch über 2 kW zu liefern.

Das „Symmetron" arbeitet in Gitterbasisschaltung (*Bild 2*), die bei sehr hohen Frequenzen gute Verstärkung und stabiles Arbeiten gewährleistet. Diese Schaltung bedarf zur Vermeidung von Selbsterregung keiner besonderen Neutralisation, wenn man Trioden verwendet. Die Röhrenausgangskapazitäten sind sehr klein und nur ungefähr gleich C_{ga}, so daß man eine höhere Leistungsausbeute erhält. Der Symmetronverstärker besteht aus einer koaxialen Katode und aus Topfkreisen. Die parallel geschalteten Röhren sind symmetrisch um eine gemeinsame Achse gruppiert (*Bild 4*). Diese Anordnung ergibt außerordentlich niedrige Impedanzen. Die Abstimmung geschieht mit Abstimmschieber (L_1- und L_2-Änderung) und mit veränderlicher Anodenauskopplung (C_1), wie *Bild 3* zeigt. Nach diesem Prinzip wurden bereits Fernsehsender mit 10 kW für VHf und ein Farbfernsehsender für 1 kW (1000 MHz) gebaut.

Ein wichtiges Problem stellen die abgestrahlten Seitenbandfrequenzen dar, die man senderseitig durch Filter zu eliminieren versucht. Es kommt ferner darauf an, Phasenmodulation auf ein Minimum zu reduzieren und die Neutralisation so abzugleichen, daß man den Sender genügend tief ausmodulieren kann.

UHf-Empfänger

Die bisher benutzten Baumuster arbeiten nach dem Superhetprinzip. Es ist leicht möglich, den Empfang beider Bänder durch doppelte Transponierung zu lösen. Getrennte Oszillator- und Mischröhren bilden aus dem UHf-Empfangssignal eine neue Zf_1, die in den VHf-Bereich fällt und mit dem vorhandenen Empfänger aufgenommen werden kann (z. B. $f_{e1} = 800$ MHz, $f_{o1} = 900$ MHz, $f_{z1} = f_{e2} = 100$ MHz). Das Empfangsgerät ist dann auf 100 MHz einzustellen, während das Vorsatzgerät auf den UHf-Bereich abgestimmt wird. Bei geringer Senderdichte bietet dieses Verfahren keine Schwierigkeiten. Sind aber einmal viele Kanäle besetzt, so besteht die Gefahr, daß man zufällig auf einen vorhandenen VHf-Ortssender (z. B. 100 MHz) transponiert, so daß Kreuzmodulation, wilde Schwingungen und Bildverzerrungen entstehen. Außerdem könnte der zweite Oszillator, wenn er nicht oberwellenfrei arbeitet, Interferenzen mit dem empfangenen UHf-Signal bilden.

Daher stattet man diese Vorsatzgeräte mit variabler Eingangsabstimmung aus, wobei sich f_{o1} durch Feinabstimmung leicht ändern läßt, und auf diese Weise Störungen vermieden werden (z. B. $f_{e1} = 800$ MHz, $f_{o1} = 906$ MHz, $f_{z1} = f_{e2} = 106$ MHz, $f_{stör} = 100$ MHz).

Bessere Ergebnisse liefert jedoch ein einziger Superheterodynekreis. Nach diesem Prinzip hat die Firma du Mont Versuchsgeräte in Form von Vorsetzern gebaut. Der schon vorhandene Empfänger wird mit einem Umschalter ausgerüstet, der es gestattet, VHf nur mit dem vorhandenen Gerät oder UHf mit Hilfe des Vorsatzgerätes aufzunehmen, wobei dessen Spannung an den Zf-Eingang des Empfängers gelangt (z. B. $f_{e1} = 800$ MHz, $f_{o1} = 810$ MHz, $f_{z1} = f_{z2} = 10$ MHz. Als Zwischenfrequenzen wurden für Bild 26,4 MHz und für Ton 21,9 MHz verwendet.

Mit einer solchen Einrichtung sind hohe Bildgüten von mehr als 10 db erzielt worden. Die erforderliche präzise Abstimmvorrichtung bilden verlustarme Topfkreise und Quarzmischer (Kristalldetektor). An den Detektor schließt sich eine einzige Zf-Stufe an, die über ein koaxiales Hf-Kabel mit dem VHf-Empfänger (1. Zf-Stufe) Verbindung hat.

Obwohl in Westeuropa das Fernsehen auf UKW erst in der Entwicklung begriffen ist, lohnt es sich doch, über die amerikanischen Probleme nachzudenken, da man daraus auch für die europäischen Verhältnisse wertvolle Schlüsse ziehen kann.

Dipl.-Ing. Roland Hübner

Quellen

Mitteilungen Dr. Goldsmith; Veröffentlichungen Westinghouse Electr. Comp.; Vorschläge RM Wilmotte in FM/TV; Berichte von du Mont.

Senne I, Post Brackwede, 14. 12. 50

BRAVO - FUNKSCHAU, zu Ihrer Notiz in Heft 23 „Radiotechnik im Rundfunk". Aber ... der NWDR hat mit seinen 14tägigen Sendungen sonntags 8,30 bis 8,45 h Schluß gemacht. Wir alten Amateure im DARC vermissen das oft, denn man hörte doch hin und wieder etwas Neues. - Und die anderen Sender hatten für ihre Teilnehmer auf rundfunktechnischem Gebiet in den letzten Jahren nie etwas übrig. Können Sie sich nicht zum Sprecher von uns Amateuren machen und einen Abzug Ihres Artikels an die Sendegesellschaften senden? Es würde unserm schönen „Sport", vielleicht auch der FUNKSCHAU, die ich schon lange halte, mancher neue Teilnehmer zugeführt.

Hans Weiher
DARC - VD7

Wir haben den Wunsch unseres Lesers erfüllt und die Nummer 23 den Sendegesellschaften unter besonderem Hinweis auf den Artikel zugesandt. Hoffentlich können wir bald über einen Erfolg berichten! Die Antworten der Sendegesellschaften wollen wir unsern Lesern gern mitteilen.

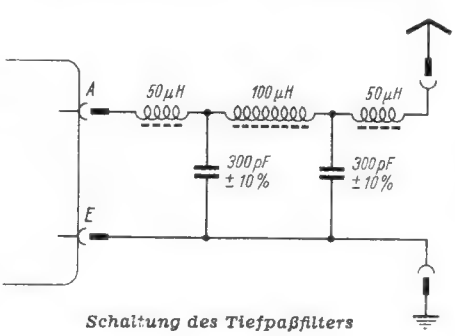
Redaktion der FUNKSCHAU

Wie beseitigt man Amateurfunkstörungen?

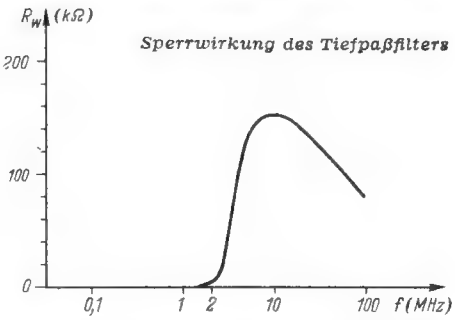
Bis heute wurden in Westdeutschland und Westberlin ca. 2000 Amateurfunkstationen lizenziert. Damit haben viele Orte einen oder mehrere „Ortssender" erhalten. Die dadurch eingetretenen Verhältnisse entsprechen etwa denen der USA, wo auch die meisten Orte einige Sender geringer Leistung besitzen. Während man in den USA schon seit vielen Jahren den kleinen Geradeausempfänger (Typ Volks- oder Kleinempfänger) nicht mehr kennt, sind diese an sich technisch überholten Geräte bei uns aus wirtschaftlichen Gründen noch immer in großer Stückzahl vertreten. So wird es oft vorkommen, daß die Sendung einer Amateurstation in Rundfunkempfängern der Nachbarschaft gehört wird, da die nicht trennscharfen Empfänger den Ortssender nicht zu dämpfen vermögen. Der Großstädter ist es gewöhnt, mit einem Sperrkreis mehr oder weniger erfolgreich seinen Ortsrundfunksender wegzuregeln; doch gegen die KW - Amateur - Ortssender besitzen diese Geräte keine Sperrkreise. Es kommt noch hinzu, daß Amateure auf fünf verschiedenen Wellenbereichen senden dürfen, so daß man fünf Sperrkreise oder ein Tiefpaßfilter benötigt, um die überall auftretenden KW - Ortssender abriegeln zu können.

Für den Praktiker ist es wichtig zu wissen, wie man den KW-Ortssender beim Rundfunkempfänger unterdrücken kann. Zunächst sollten die Geräte so abgeschirmt aufgebaut sein, daß sie ohne angesteckte Antenne keinerlei Empfang geben. Das bedeutet, daß auch die Netzanschlußleitung nicht als Schleichweg für den Empfang wirken darf. Die Netzleitung ist also unmittelbar bei der Einführung in den Empfänger abzublocken (2 × 5 nF). Das Tiefpaßfilter wird am besten an der Rückwand ansteckbar angebracht, um es erst dann erwerben zu müssen, wenn die KW - Störung auftritt. Es läßt sich durch eine möglichst kurze Leitung zwischen Antenne und Erde einerseits und an die Antennen- und Erdbuchse andererseits anschließen. So kann sich auch der Rundfunkhörer jederzeit davon überzeugen, daß der Mittelwellen- oder Langwellenempfang durch ein gutes Tiefpaßfilter nicht beeinträchtigt wird. Bei Superhets kann es vorkommen, daß der Amateursender lediglich beim 80-m-Funkbetrieb Kreuzmodulation im Rundfunkgerät verursacht. In diesen Fällen genügt das Einschalten eines Sperrkreises für diese Frequenz. Es sei noch bemerkt, daß die Post das Vorhandensein einer einwandfreien Hochantenne und Erdleitung verlangt, bevor der Amateur verpflichtet ist, Entstörungsmaßnahmen an dem Rundfunkempfänger zu versuchen (er wird es trotzdem meist tun).

Wenn schon Einkreiser gebaut werden, so sollten sie neben der variablen Rückkopplung auch eine induktive Antennenankopplung besitzen, da dann zugleich mit der Trennschärfesteigerung auch die KW-Störung stark vermindert wird[1]).



Schaltung des Tiefpaßfilters



Sendet der KW - Ortssender nicht, so kann man durch Umstecken der Antenne auch den meist vergessenen KW - Bereich benutzen.

Nachstehend sei ein vielfach bewährtes Tiefpaßfilter beschrieben, das etwa 5 Neper Dämpfung für den 80-m- und 40-m-Bereich aufweist und im 20-m-, 14 - m - und 10 - m - Band auch noch gut wirksam ist. Sollte diese Dämpfung nicht ausreichen, so kann man weitere Filterglieder verwenden. Vielfach ist es jedoch dann einfacher, die Empfangsantenne in eine andere Richtung zu spannen, was den Rundfunkempfang nicht beeinträchtigt.

Am leistungsfähigsten waren Filter, bei denen die Spulen auf KW-Eisenstabkerne gewickelt waren, während Kreuzspulen ohne Eisenkern längst nicht so gut dämpften. Die ganze Filteranordnung kann auf einen kleinen Pertinaxstreifen von 40 × 100 mm montiert werden. Das Filter wurde für eine Abschlußimpedanz von 1 kΩ berechnet. Die Daten der Schaltelemente sind nicht sehr kritisch. Der Sperrbereich soll zwischen 1,6 und 1,8 MHz steil beginnen.

Es kommt auch vor, daß ein Filter erst dann voll wirksam wird, wenn der Einkreisempfänger mit seiner Antennen- und Rückkopplung richtig bedient wird. Hier ist dann der Rundfunkhörer durch den Funkamateur anzuleiten, sein Gerät richtig zu bedienen.

Hans Rückert, DL 1 EZ

[1]) Bei den modernen Industrie-Empfängern ist dies meist der Fall.

KURZWELLEN-Rundfunk

Chile

Radio Sociedad Nacional de Mineria, Station „CE-622" auf 6223 kHz (48,21 m) in Santiago kann zu folgender Zeit gut in Europa gehört werden: 03.30 bis 04.45 Uhr MEZ, Störungen von HJCT auf 6220 kHz. Empfangsberichte werden mit einer netten QSL-Karte bestätigt. Anschrift: Radio Sociedad Nacional de Mineria, Casilla 2626, Santiago, Chile.

Südafrika

Die Station der Südafrikanischen Luftwaffe sendet zeitweilig Musikprogramme auf 9110 kHz = 32,93 m. Die Ansage lautet: South African Air Force Broadcasting Station, Waterkloof. Empfangsmöglichkeiten nachmittags. Berichte, welche gerne bestätigt werden, sind zu richten an: Director General of Air Force, Air Directorate, P. O. Voortrekkerhoogte, Pretoria, South Africa. Die Sendestation arbeitet unter dem Rufzeichen „ZRB" mit einer Leistung von 5 kW. Standort: BC Station, P. O. Odonata, District of Pretoria, Transvaal.

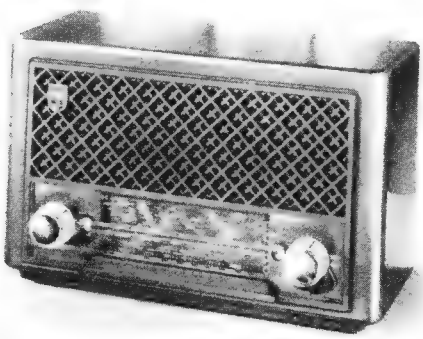
73's es best DX, ur Gerhard Kensy

FUNKSCHAU-*Prüfbericht:*

Philips - »Philetta 51«

Seit mehr als einem Jahrzehnt pflegen die Philips-Werke den kleinen, leicht transportablen Allstromsuper mit besonderem Erfolg, und unter dem Namen „Philetta" sind Vertreter dieser Gerätegattung in allen europäischen Ländern bekannt geworden. Auch in den ersten Nachkriegsjahren war es wieder ein Philetta-Super, der von sich reden machte. Seit kurzem steht ein neues, in der Empfangsleistung vorbildliches und in seiner Ausstattung apartes Philetta-Gerät auf dem deutschen Markt zur Verfügung. Der 5-Röhren-6-Kreissuper „Philetta 51" vereinigt viele, in letzter Zeit gelungene Fortschritte des Empfängerbaues mit einer Aufmachung, die man schlechthin als „up to date" bezeichnen darf.

Die Empfängerfabriken mußten sich schon vor Monaten den Kopf zerbrechen, mit welchem „Schlager" man in der Zwischensaison das Geschäft machen könnte. Philips hat das Absatzproblem mit der neuen Philetta zu lösen versucht und diesen modernen Reise- und Allzwecksuper so ausgeführt, daß er für den deutschen Käufer einen starken Anreiz bietet und auch als Zweitgerät allen Anforderungen zu entsprechen vermag. Bei dieser Entwicklung kamen Philips die vielseitigen Erfahrungen des Auslandsmarktes zugute, die auch für Deutschland in den meisten Fällen Gültigkeit haben.



»Philetta 51«, der elegante Kleinformat-Super mit hoher Empfangsleistung

Standardschaltung

Kleine Abmessungen lassen sich viel leichter erzielen, wenn man eine einfache Schaltung bevorzugt und auf alle nicht unbedingt erforderlichen Schaltelemente verzichtet. Dieser Grundsatz ist auch bei der Philetta angewandt worden. So zeigt das Schaltbild einen verblüffend einfachen Aufbau, der weitgehend standardisiert werden konnte und sich an Übersichtlichkeit kaum noch übertreffen läßt. Der 6-Kreis-5-Röhrensuperhet kommt mit insgesamt 19 Widerständen und 24 Kondensatoren aus.

Oszillator- und Zf-Teil sind mit den Rimlockröhren UCH 42 und UF 41 bestückt. Die Schwundregelspannung wird aus Verdrahtungsgründen parallel zum Vorkreis zugeführt. Auch der Zf-Verstärker ist geregelt. Die im Schwundausgleichkreis angeordneten Glieder sind in ihrer Zeitkonstante so bemessen, daß man eine tiefgreifende Schwundautomatik erhält.

Entgegen einer für andere Länder bestimmten Ausführung erscheint das in Deutschland herauskommende Gerät mit Gegenkopplung und Klangfarbenschalter. Der Gegenkopplungskanal verläuft zwischen der Sekundärseite des Lautsprecherübertragers und dem Steuergitter der Nf-Vorröhre. Er bewirkt eine Frequenzkorrektur. Eine andere Gegenkopplung entsteht durch den Verzicht auf den Katodenkondensator der Endröhre. Da der Lautstärkeregler ferner gehörrichtig ausgebildet ist, erübrigt sich die Betätigung des Klangfarbenschalters bei kleiner Lautstärke.

Auch die Schaltung des Netzteiles zeigt einen klaren Aufbau. Die Heizkreisvorwiderstände sind so bemessen, daß sich der Empfänger an Lichtnetzen mit 110... 127 V und 220 V betreiben läßt. Durch Kurzschluß des 200-Ohm-Widerstandes ist ferner ein Betrieb auch an 200 V möglich. Das Skalenlämpchen schützt ein NTC-Widerstand, der den Einschaltstromstoß abfängt. Die am Ladekondensator herrschende Spannung beträgt 195 V. Da die am Siebkondensator auftretende Gleichspannung von ca. 170 V nur eine geringe Endleistung zuläßt, wird die Anodenspannung für die Endpentode vor der Siebkette abgegriffen. Daraus ergibt sich u. a. der Vorteil eines geringeren Belastungswertes für den Siebwiderstand.

Konstruktive Fortschritte

Für den Kenner der Geräteentwicklung ist es außerordentlich interessant, zwischen der 1939 herausgebrachten Philetta-Ausführung und dem heute hergestellten Typ Vergleiche zu ziehen. Man erkennt daraus die bedeutenden Fortschritte, die in der Zwischenzeit auf dem Gebiet der Einzelteilfertigung gelingen konnten. So sind die heute benutzten Zweifachkondensatoren kaum wesentlich größer als zwei nebeneinander gelegte Zündholzschachteln, während man das Volumen der in der Philetta 51 verwendeten Mikro-Zf-Bandfilter etwa mit dem Rauminhalt eines kleinen Feuerzeuges vergleichen darf. Eine Überraschung bieten ferner die im Vor- und Oszillatorkreis benutzten Hf-Spulensätze. Da in diesen Kreisen, ebenso wie im Zf-Teil, Ferroxcube-Spulen eingebaut sind — eine Spulenart, die bei kleinsten Abmessungen hohe Güteziffern erzielt —, findet man an Stelle der sonst üblichen Spulenplatte jeweils zwei auf einem Montagewinkel befestigte Preßstoffkörper. Sie sind nicht viel größer als 0,1-µF-Kondensatoren (500/1500 V) und haben den Vorzug, völlig gekapselt zu sein. Obwohl eine Metallschirmung fehlt, kann die Spulenwicklung nicht beschädigt werden. Die Preßstoffkörper selbst dienen zur Befestigung anderer Bauteile, wie z. B. verschiedener Drahttrimmer, die man an geeigneter Stelle mit Paraffin festklebt.

Die akustischen Probleme

konnten auf fortschrittliche Art gelöst werden. Auf die bisher übliche Lautsprecherwand ist verzichtet worden. Zur Lautsprecherbefestigung hat man einen kreisrunden Halterahmen in das Kunststoffgehäuse eingepreßt. Da der Lautsprecherrand keinen Filzstreifen enthält und aus fertigungstechnischen Gründen einen Metallrahmen besitzt, werden zwischen Gehäuse und Lautsprecher Pappringe eingelegt. Man kann so den Lautsprecherkorb mit stabilen Metallwinkeln direkt anschrauben. Die oft gefürchteten Resonanzerscheinungen sind durch Lagerung des Chassis auf Gummipolstern und durch weniger starren Einbau des Drehkondensators vermieden worden. Da auch der Drehkondensator auf einer doppelt durch Gummiringe isolierten Montageplatte befestigt ist, treten keine akustischen Rückwirkungen auf.

Der Reparaturtechniker stellt mit Genugtuung fest, daß bei der Entwicklung des Philetta-Gerätes 51 auch seine Wünsche berücksichtigt wurden. So bilden Rückwand und Bodenplatte eine praktische Montageeinheit. Nach Lösen weniger Schrauben werden Chassis und Verdrahtung zugänglich. Da man jetzt die meisten Reparaturen, wie z. B. auch das Auswechseln des Skalenlämpchens, vornehmen kann, fällt der zeitraubende Ausbau des Chassis weg. Der bei Allstromgeräten häufig auszuwechselnde Heizkreis-Vorwiderstand macht von einer federnden Befestigung Gebrauch, so daß er sich nach Drücken einer Feder leicht herausnehmen läßt.

Von Reiseempfängern im Kleinformat erwartet man im allgemeinen weder an Empfangsleistung noch an Klangqualität etwas Besonderes. Die Empfindlichkeit und auch die Trennschärfe der „Philetta 51" liegen jedoch zweifellos über dem Durchschnitt, ein Erfolg, der in erster Linie den neuzeitlichen Einzelteilen zu danken sein wird.

Technische Daten

Eigenschaften: 6 Kreise, 5 Röhren; Vorkreis, Oszillatorkreis, Zweifach-Drehkondensator; 2 je zweikreisige Zf-Bandfilter; gehörrichtiger Lautstärkeregler; Diodengleichrichtung; zweistufiger Schwundausgleich, auf Misch- und Zf-Röhre wirksam; zweistufiger Nf-Teil mit Triodenvorverstärker und Pentoden-Endstufe; Gegenkopplung zum Nf-Vorverstärker; Klangfarbenschalter; perm.-dynamischer Lautsprecher mit Ticonal-Magnet; eingebaute Flächenantenne; mattsilbern glänzendes oder elfenbeinfarbenes Plastik-Gehäuse

Röhrenbestückung: UCH 42, UF 41, UBC 41, UL 41, UY 41

Zwischenfrequenz: 452 kHz

Wellenbereiche: 13,8...51 m, 185...580 m, 1150...2000 m

Skalenlämpchen: 19 V, 0,097 A

Sicherung: 110 V = 0,3 A, 220 V = 0,25 A

Netzspannungen: 110...127 V, 220 V Gleich- und Wechselstrom

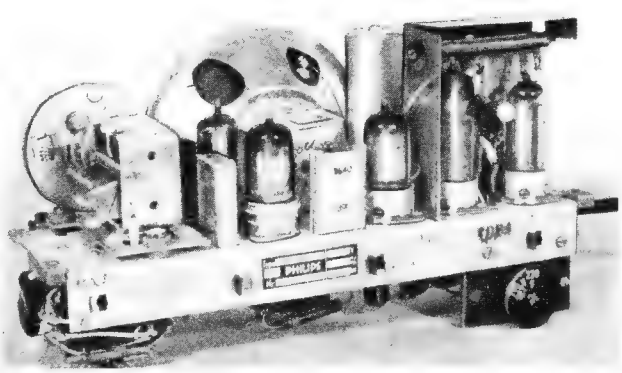
Leistungsaufnahme: ca. 45 Watt

Abmessungen: Breite 273 mm, Höhe 170 mm, Tiefe 120 mm

Gewicht: ca. 2,5 kg

Preis: DM 155.— (Sonderausführung DM 160.—)

Hersteller: Philips Valvo Werke GmbH, Hamburg



Die Chassisrückansicht der »Philetta51« zeigt deutlich die kleinen Abmessungen der neuen Bauteile, wenn man als Größenvergleich den rechts neben dem Lautsprecher befindlichen Elektrolytkondensator heranzieht. Die beiden zwischen den 3 Rimlockröhren in der Chassismitte angeordneten Mikro-Zf-Bandfilter lassen den im Einzelteilebau erzielten Fortschritt erkennen

FUNKSCHAU-Servicedaten: Philips »Philetta 51«

Abgleich-Vorschrift

1. Vorbereitung

Zum Abgleichen ist der Ausbau des Chassis nicht notwendig. Nach Entfernen der kombinierten Rückwand und Bodenplatte können alle Abgleichelemente erreicht werden.

2. Zf-Abgleich

a) Wellenschalter in Stellung „Mittelwelle" (185...580 m) bringen.
b) Lautstärkeregler auf größte Lautstärke einstellen.
c) Drehkondensator ganz herausdrehen (Kapazität minimal).
d) Moduliertes Hf-Signal (452 kHz) über einen Kondensator (32 000 pF) an das Steuergitter der Mischröhre UCH 42 führen.
e) Zweites Zf-Bandfilter auf größten Ausschlag des am Lautsprecherübertrager angeschlossenen Ausgangs-Instrumentes einregeln.

3. Zeigereinstellung

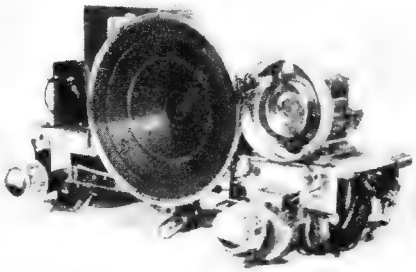
a) Moduliertes Hf-Signal (1154 kHz) der Antennenbuchse zuführen.
b) Zeiger auf 260 m stellen und auf dem Skalenseil festsetzen.

4. Bereich 13,8...50,5 m

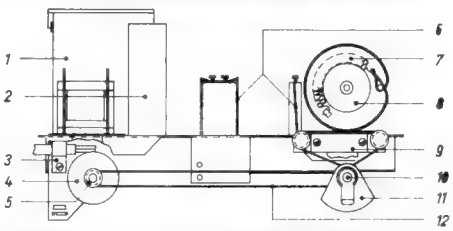
a) Wellenschalter in Stellung „Kurzwelle" bringen.
b) Lautstärkeregler auf größte Lautstärke einstellen.
c) Moduliertes Hf-Signal (21,8 MHz) der Antennenbuchse zuführen.
d) Zeiger auf linke Eichmarke der Skala stellen (Eichmarke befindet sich links der 200-m-Markierung).
e) Beide Drehkondensator-Paralleltrimmer auf max. Ausschlag des angeschlossenen Ausgangs-Instrumentes regeln.

5. Bereich 185...580 m

a) Wellenschalter in Stellung „Mittelwelle" bringen.
b) Lautstärkeregler voll aufdrehen.
c) Abziehtrimmer T_1 auf ca. 437 pF abziehen.
d) Moduliertes Hf-Signal (1630 kHz) der Antennenbuchse zuführen.
e) Zeiger auf linke Eichmarke der Skala einstellen.
f) Trimmer T_2 auf max. Ausschlag des angeschlossenen Ausgangs-Instrumentes regeln.
g) Zeiger auf rechte Eichmarke der Skala einstellen (Rechte Eichmarke befindet sich bei Skalenstellung 550 m).



Chassis-Vorderansicht der „Philetta 51"



Chassisansicht und Skalenseilführung (1 = Abschirmblech für Gleichrichter- und Endröhre, 2 = Elektrolytkondensator, 3 = Gummipuffer, 4 = Lautstärkeregler mit Netzschalter kombiniert, 5 = Skalenseilrolle, 6 = Mikro-Zf-Bandfilter, 7 = Zugfeder für Antriebsschnur, 8 = Drehkondensator-Trommel, 9 = Bügel mit Skalenseilrollen, 10 = Abstimmachse, 11 = Schalthebel für Wellenschalter, 12 = Antriebsschnur (830 mm lang)

h) Moduliertes Hf-Signal (548,5 kHz) der Antennenbuchse zuführen.
i) Abziehtrimmer T_1 auf maximalen Ausschlag des Outputmeters abziehen.
k) Zeiger auf linke Eichmarke der Skala einstellen.
l) Moduliertes Hf-Signal (1630 kHz) der Antennenbuchse zuführen.
m) Trimmer T_2 und Abziehtrimmer T_3 auf maximalen Ausschlag des Ausgangsinstrumentes einstellen.
Punkte g bis m wiederholen.

6. Bereich 1150...2000 m

a) Wellenschalter in Stellung „Langwelle" bringen.
b) Lautstärkeregler auf größte Lautstärke regeln.
c) Moduliertes Hf-Signal (241 kHz) der Antennenbuchse zuführen.
d) Zeiger auf mittlere Eichmarke der Skala einstellen (Mittlere Eichmarke befindet sich rechts vom Skalenpunkt 1200 m).
e) Abgleichtrimmer T_4 auf maximalen Ausschlag des Ausgangs-Instrumentes abziehen.

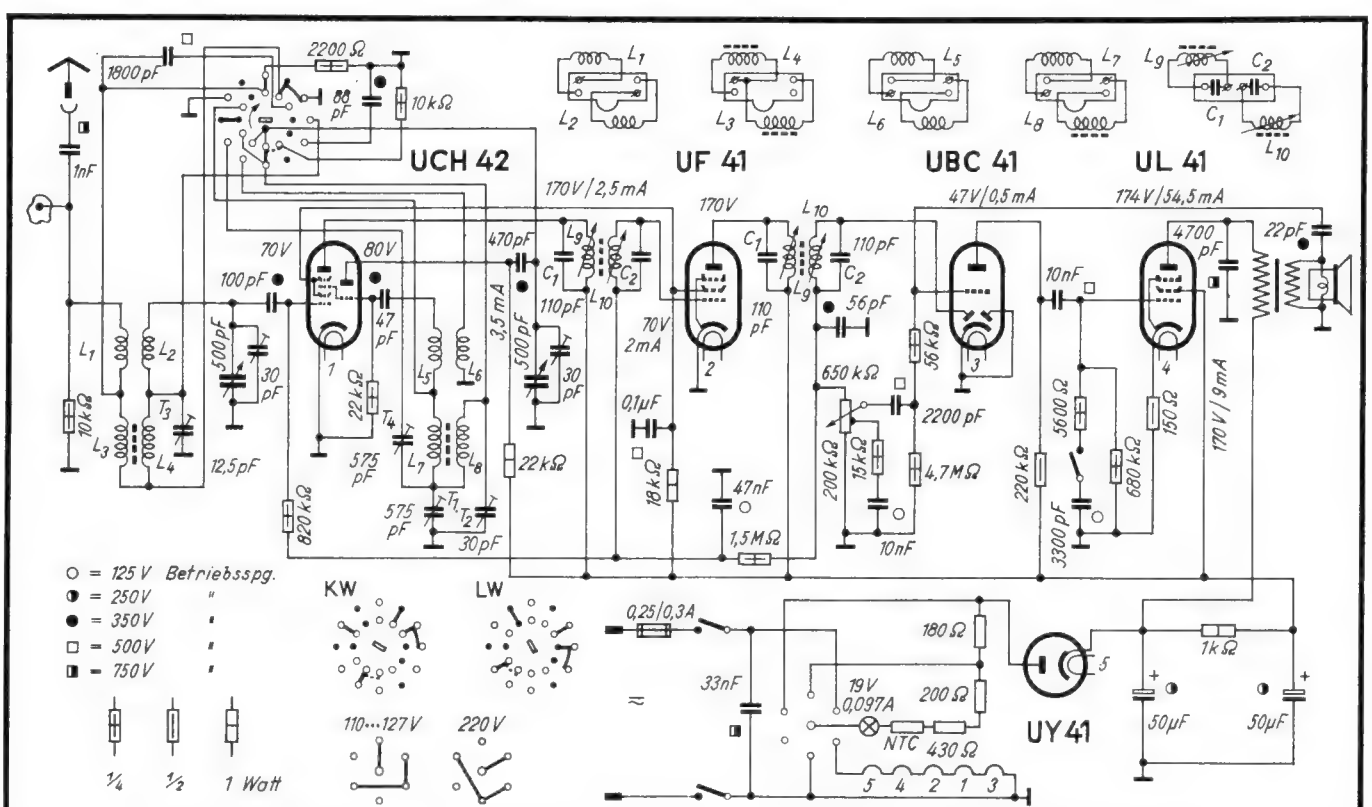
Nach Beendigung der Abgleichvorgänge empfiehlt es sich, alle Reglerelemente mit Hartwachs-Schmelzmasse festzulegen.

Eine kostenlose Schaltungssammlung

erhalten unsere Leser durch die Veröffentlichung der neuesten Industrie-Schaltungen in der FUNKSCHAU. Weitere Schaltungen erscheinen laufend im RADIO-MAGAZIN, so daß der Abonnent beider Zeitschriften im Laufe des Jahres eine Schaltungssammlung großer Vollständigkeit erhält, die den Vorteil hat, fast nichts zu kosten. Das RADIO-MAGAZIN veröffentlichte in der neuen Saison u. a. folgende Schaltungen:

Emud-Favorit 69	Nr. 1
Graetz 154 W	Nr. 1
Himmelwerk-Zauberflöte HS 10	Nr. 12
Jotha-Export 640 W 3	Nr. 12
Loewe-Opta-Globus W	Nr. 10
Lorenz-Isar	Nr. 1
Metz-Super Capri W	Nr. 9
Offenbach-Akk.	Nr. 12
Saba-Freiburg W 10 USW	Nr. 1
Telefunken-Operette 50 GW	Nr. 11
Tonfunk-Violetta UKW (W)	Nr. 11
Wobbe-Senator W	Nr. 11

Das RADIO-MAGAZIN können Sie beim Franzis-Verlag, München 2, bestellen. Fordern Sie Probe-Nummern an!



Service-Schaltbild des 6-Kreis-5-Röhren-Superhets „Philetta 51" mit Röhrenmeßdaten und Einzelteilwerten

Radio-Meßtechnik

Eine Aufsatzfolge für den Funkpraktiker (19. Folge)

Im Anschluß an die 18. Folge in Heft 1, 1951, Seite 17, werden die Eigenschaften von Drahtwiderständen u. Widerstandsmessungen behandelt.

b) Drahtwiderstände

Drahtwiderstände dienen in der Radio-Meßtechnik z. B. als Neben- und Vorwiderstände in Strom- und Spannungsmessern, als Vergleichs- und Verzweigungswiderstände in Meßbrücken, als Teilerwiderstände in Eichleitungen für das Tonfrequenzgebiet und überall dort, wo Kohleschicht-Widerstände wegen unzureichender Konstanz der Genauigkeit nicht verwendet werden können.

Der Widerstandsdraht dieser Meßwiderstände besteht vorwiegend aus der unter dem Namen Manganin bekannten Legierung. Die hauptsächlichsten physikalischen Konstanten von Manganin sind folgende: Spezifischer Widerstand = 0,43 Ω je mm²/m, Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstandes = ± 0,00001 % je 1° C, Thermokraft gegen Kupfer = + 1 µV je 1° C, Schmelzpunkt bei 960° C. Die größte Bedeutung hat Manganin wegen seines außergewöhnlich kleinen Temperaturkoeffizienten erlangt. Erst durch die Schaffung dieser Legierung ist es gelungen, praktisch temperaturunabhängige Meßwiderstände herzustellen. Aber auch die sehr geringe Thermokraft, die bei der Verbindung von Manganin mit Kupfer auftritt, ist besonders für Präzisionsmeßbrücken mit hochempfindlichen Galvanometern von Wichtigkeit.

Handelsüblich sind Drähte von 0,02...6 mm Durchmesser. Die Drähte werden wahlweise blank, mit Lack- oder Seideisolation, oder mit beiden Isolationsarten geliefert. In nachstehender Tabelle sind die gebräuchlichsten Drahtdurchmesser aufgeführt. Die Tabelle diene als Unterlage bei der Bemessung von Manganin-Drahtwiderständen.

Manganin-Widerstandsdrähte

Durchmesser mm	Querschnitt qmm	Widerstand Ω/m	Gewicht pro 100 m g
0,02	0,000314	1360	0,26
0,03	0,000707	609	0,58
0,04	0,00125	342	1,0
0,05	0,00196	219	1,6
0,06	0,00283	152	2,4
0,07	0,00385	112	3,2
0,08	0,00502	85,5	4,2
0,09	0,00636	67,6	5,3
0,10	0,00785	54,8	6,6
0,11	0,00950	45,3	8,0
0,12	0,0113	38,0	9,5
0,13	0,0133	32,3	11
0,14	0,0154	28,0	13
0,15	0,0177	24,3	15
0,16	0,0201	21,4	17
0,18	0,0254	16,9	21
0,20	0,0314	13,70	26
0,25	0,0491	8,76	41
0,30	0,0707	6,09	59
0,35	0,0962	4,48	80
0,40	0,1257	3,42	106
0,45	0,1590	2,70	134
0,5	0,1963	2,19	165
0,6	0,2827	1,52	240
0,7	0,3848	1,12	320
0,8	0,5026	0,855	415
0,9	0,6356	0,676	534
1,0	0,785	0,548	659
1,1	0,950	0,452	800
1,2	1,131	0,380	940
1,3	1,327	0,324	1114
1,4	1,539	0,279	1292
1,5	1,767	0,243	1485

Bild 105 zeigt drei Formen von Wickelkörpern, die sich zur Herstellung von Meßwiderständen für Gleich- und für Wechselstrom gut eignen. Als Werkstoff für diese Wickelkörper eignen sich Hartpapier, Hartgewebe, Bakelite, Hartgummi oder keramische Massen. Bei Widerständen, die nur in Gleichstromkreisen verwendet werden, spult man den Draht auf den Körper gleichmäßig verteilt auf. Irgendein besonderer Wickelsinn ist hierbei nicht zu beachten. Ein auf diese Weise hergestellter Widerstand zeigt bei Gleich- und bei Wechselstrom niederer Frequenz gleiches Verhalten. Mit zunehmender Frequenz macht sich jedoch die einer solchen Widerstandsspule eigentümliche Induktivität L und Eigenkapazität C störend bemerkbar. Der Wirkwiderstand R_w nimmt hierbei gegenüber dem bei Gleichstrom gemessenen Wert bei steigender Frequenz zu oder ab, je nachdem, ob die Induktivität L oder die Kapazität C überwiegt. Die Induktivität eines gewöhnlich gewickelten Widerstandes ist naturgemäß um so größer, je mehr Windungen vorhanden sind. Die Größe der Kapazität hängt weitgehend ab von der Form und den Abmessungen des Wickelkörpers sowie vom Volumen der aufgetragenen Wicklung. Die Kapazität setzt sich zusammen (siehe *Bild 106 a*) aus den verteilten Kapazitäten zwischen den Spulenwindungen, aus der Kapazität der Anschlüsse und aus der verteilten Raumkapazität gegen das Chassis in einem Gerät. *Bild 106 b* zeigt das Ersatzschaltbild dieses frequenzabhängigen Wirkwiderstandes R_w.

Ein Maß für die Frequenzabhängigkeit bildet die Zeitkonstante

$$T = \frac{L}{R_{g1}} - C \cdot R_{g1}$$

(T in Sekunden, L in Henry, C in Farad und R_{g1} in Ω). Es ist nicht möglich, die Induktivität und die Eigenkapazität eines Drahtwiderstandes mit einem Gerät direkt zu messen. Man kann jedoch die Zeitkonstante T aus der bei einer Frequenz gemessenen Widerstandsänderung ΔR bestimmen und daraus den gesamten Frequenzgang des Wirkwiderstandes R_w ermitteln. Die Wirkwiderstandsänderung ist

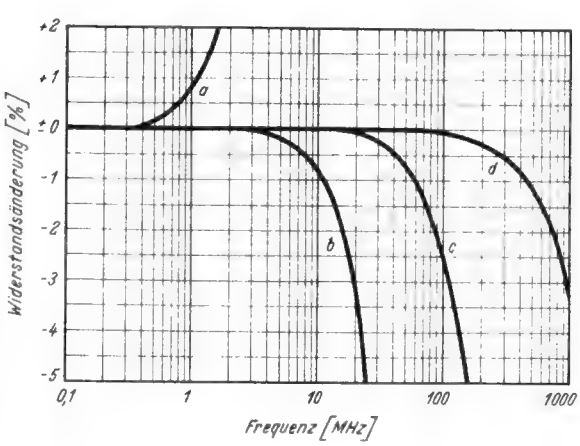
$$\Delta R = 50\,\omega^2 \cdot T^2$$

(ΔR in %, $\omega = 2\pi f$ in Hz).

Die Zeitkonstante errechnet sich aus

$$T = \sqrt{\frac{\Delta R}{50\,\omega^2}}$$

Voraussetzung hierfür ist, daß die durch L und C bedingte Resonanzfrequenz genügend weit außerhalb des Frequenzbereiches liegt, in dem der Widerstand arbeitet. Es soll also die Bedingung $\omega^2 L C \gg 1$ erfüllt sein. Ferner muß die Frequenz hinreichend niedrig oder der Durchmesser des Widerstandsdrahtes genügend klein sein, um den Einfluß des Skineffektes im Draht zu verringern. Die Zeitkonstante T ist dann von der Frequenz unabhängig. Denkt man sich die Kapazität C = O, so ist die durch eine vorhandene Induktivität L bedingte Zeitkonstante $T = \frac{L}{R_{g1}}$ positiv und bewirkt eine Vergrößerung des Wirkwiderstandes R_w, da zu dem Gleichstromwiderstand R_{g1} die Induktivität L in Reihe liegt. Denkt man sich L = O, so ist die durch C bedingte Zeitkonstante T = — CR negativ und bewirkt eine Verkleinerung von



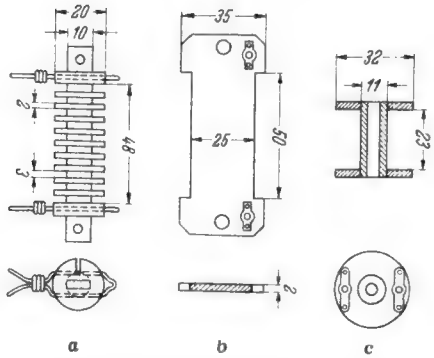
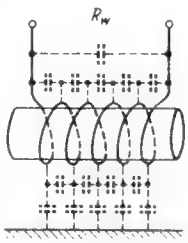
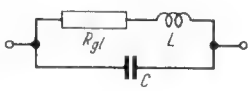


Bild 105. Formen von Wickelkörpern für Meßwiderstände





Oben: Bild 106 b. Ersatzschaltbild des Wirkwiderstandes R_w

Links: Bild 106 a. Verteilung der Spulenkapazität

R_w. In diesem Falle befindet sich die Kapazität C parallel zum Gleichstromwiderstand R_{g1}. Einen Drahtwiderstand, der vollkommen induktionslos und völlig frei von Eigenkapazität ist, gibt es nicht. Durch besondere Wickelkörperform und Wickelart kann man aber erreichen, daß

$$\frac{L}{R_{g1}} \quad C \cdot R_{g1}$$

wird, dann gilt für die Zeitkonstante

$$T = \frac{L}{R_{g1}} - C\,R_{g1} \approx O$$

Der Wirkwiderstand R_w ist in einem mehr oder weniger großen Bereich von der Frequenz unabhängig. Der Drahtwiderstand muß also bei einer gewissen Eigenkapazität C die Induktivität

$$L = C \cdot R^2_{g1}$$

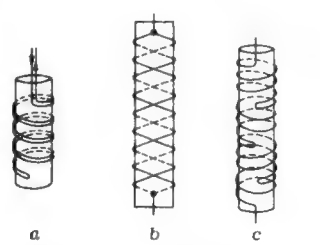
oder bei einer gewissen Induktivität L die Eigenkapazität

$$C = \frac{L}{R^2_{g1}}$$

aufweisen. Hat z. B. ein nach Bild 106 a gewickelter Widerstand von 1000 Ω die Eigenkapazität C = 20 pF = 20 · 10⁻¹² F, so dürfte seine Induktivität L für T = O nicht größer sein als

$$L = 20 \cdot 10^{-12} \cdot 1000^2 = 20 \cdot 10^{-6}\,H = 20\,\mu H.$$

Ein nach dieser Art gewickelter Widerstand hat normalerweise aber eine wesentlich größere Induktivität. Die Zeitkonstante ist also sehr positiv und der Wirkwiderstand steigt mit zunehmender Frequenz beträchtlich an. Die Kurve a in *Bild 108* zeigt als



Oben: Bild 107. Verschiedene Wickelarten für frequenzunabhängige Drahtwiderstände
a) einfache Bifilarspule,
b) Kreuzwicklung
c) Eine gerade Anzahl fest aufeinander gekoppelter Flachspulen mit abwechselndem Wickelsinn für Wickelkörper n. Bild 105c

Links: Bild 108. Frequenzabhängigkeit von Drahtwiderständen.
a) Wickelart nach Bild 106 a,
b) Wickelart nach Bild 107 a,
c) Wickelart nach Bild 107 c,
d) Wickelart nach Bild 107 b.

Beispiel die stark positive Frequenzabhängigkeit eines Drahtwiderstandes mit R = 100 kΩ, Manganindraht 0,04 mm ∅, Wickelkörper nach Bild 105 a und Wickelart nach Bild 106 a. Dieser Widerstand ist für Gleichstrom bestimmt; für Meßzwecke im Tonfrequenzbereich oberhalb etwa 1 kHz eignet er sich nicht. Bei 5 kHz beträgt die Wirkwiderstandsänderung bereits + 20 %, bei 10 kHz rund + 80 %. Die sehr stark positive Frequenzabhängigkeit ist also eine Folge der viel zu hohen Selbstinduktion. Eine Verkleinerung der Selbstinduktion gelingt, wenn man den Draht nach der in *Bild 107 a* gezeigten Art aufwickelt. Für diese einfache Bifilarspule werden zwei Drähte gleichzeitig parallel aufgespult und an einem Ende miteinander verbunden. Es bilden sich so zwei ungefähr gleich starke und entgegengesetzt gerichtete Magnetfelder, die sich gegenseitig nahezu aufheben. Man erhält auf diese Weise eine sehr kleine Selbstinduktion. Durch die Parallelführung der Drähte ergibt sich aber eine verhältnismäßig große Eigenkapazität. Der Frequenzgang des Wirkwiderstandes ist daher negativ, jedoch viel günstiger als mit der gewöhnlichen Wickelart nach Bild 106 a. Dies zeigt Kurve b in Bild 108 für einen Widerstand mit R_{g1} = 100 kΩ, Manganindraht 0,04 mm ∅, Wickelkörper nach Bild 105 a und Wickelart nach Bild 107 a. Die Wirkwiderstandsänderung Δ R beträgt — 0,79 % bei 10 kHz und — 3,16 % bei 20 kHz. Demgemäß ist die Zeitkonstante negativ:

$$T = -\sqrt{\frac{\Delta R}{50\,\omega^2}} = -\sqrt{\frac{3{,}16}{50 \cdot (2 \cdot 3{,}14 \cdot 20 \cdot 10^3)^2}}$$

$$= -\sqrt{4 \cdot 10^{-12}} = -2 \cdot 10^{-6}\ \text{s}.$$

Aus Bild 108 Kurve b läßt sich die Wirkwiderstandsänderung für die Frequenz 30 kHz nicht entnehmen. Sie beträgt

$$\Delta R = -50\,\omega^2 \cdot T^2 = -50\,(2 \cdot 3{,}14 \cdot 30 \cdot 10^3)^2 \cdot (2 \cdot 10^{-6})^2 = -7{,}1\ \%$$

Eine weitere Verringerung der Frequenzabhängigkeit wird erzielt, wenn man danach trachtet, außer der Selbstinduktion auch die Eigenkapazität weitgehend zu verkleinern. Dies gelingt mit einem Wickelkörper nach Bild 105b und einer Wickelart nach Bild 107b (Kreuzwicklung). Hier werden zwei gleiche, parallel geschaltete Widerstandsdrähte in entgegengesetzter Richtung auf den Körper aufgewickelt. Die Wicklungsteile zwischen denen der größte Spannungsunterschied besteht, liegen so am weitesten auseinander. Auf diese Weise wird die Eigenkapazität sehr klein. Nach dieser Wickelart stellt man vorwiegend niederohmige Widerstände bis etwa 5000 Ω mit Hilfe von Spezialwickelmaschinen her. Die Kurve d in Bild 108 zeigt den Frequenzgang eines nach dieser Art gefestigten Widerstandes von 1000 Ω mit Manganindraht 0,06 mm ∅. Diese Ausführungsform hat abgesehen von der etwas umständlichen Wickelart den Nachteil, daß jeder der beiden Drähte den zweifachen Widerstand (2000 Ω) des gewünschten Endwertes (1000 Ω) haben muß. Insgesamt ist also die vierfache Drahtlänge (4000 Ω) erforderlich. Der elektrischen Vorteile wegen beschreitet man aber dennoch diesen Weg, insbesondere für niederohmige Widerstände bis etwa 10 kΩ.

Herstellungsmäßig einfacher ist eine Ausführung mit einem Wickelkörper nach Bild 105 c und der Wickelart nach Bild 107 c. Der Körper wird zur Erzielung geringer Eigenkapazität aus einem Werkstoff mit kleiner Dielektrizitätskonstante (Hartgummi, Calit u. ä.) gefertigt und hat eine gerade Anzahl (10...24) von Wickelfächern. Der Wicklungssinn wechselt von Fach zu Fach und zwar in den ungeradzahligen Fächern (1, 3, 5 usf.) linksherum, in den geradzahligen Fächern (2, 4, 6 usf.) rechtsherum. Die gesamte Drahtlänge muß so verteilt werden, daß in jedem Fach die Anzahl der Windungen gleich groß ist.

Diese Ausführungsform eignet sich besonders zur Herstellung von hochohmigen Präzisions-Widerständen bis etwa 1 MΩ für das gesamte Tonfrequenzgebiet. Ein mit diesem Körper (aus Hartgummi) hergestellter Widerstand mit R = 10 kΩ, Manganindraht 0,06 mm ∅, hat den in Bild 108 Kurve c gezeigten Frequenzgang. Die Wirkwiderstandsänderung beträgt —0,1 % bei 20 kHz, —0,6 % bei 50 kHz, —2,5 % bei 100 kHz und —10 % bei 200 kHz.

Zu den wichtigen Eigenschaften eines Widerstandes gehört auch dessen Phasenfehler Δ φ. Ein Maß für den Phasenfehler ist wieder die Zeitkonstante T.

$$\Delta\varphi = 3440 \cdot \omega \cdot T \qquad \text{(in Bogenminuten)}$$

Wie gezeigt, ist die Zeitkonstante positiv, wenn in einem Widerstand die induktive Komponente überwiegt. Der Strom eilt dann der Spannung nach. Der Phasenfehler ist demzufolge negativ. Umgekehrt entspricht einer negativen Zeitkonstante ein positiver Phasenfehler, da hierbei der Strom der Spannung voreilt. Ein Drahtwiderstand, dessen Frequenzabhängigkeit in Bild 108 Kurve c zeigt, hat eine negative Zeitkonstante T = —3,55 · 10⁻⁶ sec. Dieser Widerstand bewirkt also bei 20 kHz eine positive Phasenverschiebung

$$\Delta\varphi = 3344 \cdot \omega \cdot T = 3440 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 3{,}55 \cdot 10^{-6} \approx 24\ \text{Minuten}.$$

Solange die Zeitkonstante frequenzunabhängig ist, nimmt der Phasenfehler proportional mit der Frequenz zu. Bei 200 kHz beträgt er dann 244 Minuten oder 4 Grad und 4 Minuten.

§ 24. Widerstandsmessung aus Strom und Spannung

Bild 109 zeigt die Anordnung zum Messen von Widerständen bei Gleichstrom durch Strom- und Spannungsmessung.

Es ist

$$R_x = \frac{U}{I} - R_i \qquad (\Omega;\ V;\ A)$$

Die Höhe der Spannung bzw. des Stromes richtet sich nach der zulässigen Belastbarkeit N_{max} des zu messenden Widerstandes R_x.

$$U_{max} = \sqrt{N_{max} \cdot R_x} \qquad I_{max} = \sqrt{\frac{N_{max}}{R_x}}$$

Der Innenwiderstand R_i des Strommessers kann unberücksichtigt bleiben, wenn $R_x \geq 200 \cdot R_i$. Der dadurch entstehende Meßfehler ist hierbei gleich oder kleiner + 0,5 %. Zur Messung eines Scheinwiderstandes Z werden die Batterie durch eine Wechselstromquelle (z. B. Schwebungssummer oder 800-Hz-Summer) und die beiden Gleichstrominstrumente durch Wechselstrominstrumente ersetzt. Außer dem Meßfehler, der durch die Vernachlässigung von R_i entsteht, können die Anzeigefehler der beiden Instrumente einen Meßfehler zur Folge haben, der doppelt so groß werden kann wie der Anzeigefehler des Strom- oder des Spannungsmessers. Solange beide Instrumente richtig anzeigen, ist natürlich auch der Meßfehler 0 %. Zeigen beide Instrumente um denselben Prozentsatz zuviel oder zuwenig an, so beträgt der Meßfehler ebenfalls 0 %. Der Meßfehler kann jedoch groß werden, wenn die Anzeigefehler der beiden Instrumente unterschiedliche Vorzeichen haben.

Ein Beispiel: Das Voltmeter zeigt 100 V (Istwert) und hat einen Anzeigefehler F = + 5 %. Die wirkliche Höhe der Spannung (Sollwert) beträgt also:

$$\text{Sollwert} = \frac{\text{Istwert}}{1 + [0{,}01 \cdot F]} = \frac{100}{1 + [0{,}01\,(+5)]} = \frac{100}{1{,}05} = 95{,}24\ \text{V}.$$

Der Strommesser zeigt 1 A und hat einen Anzeigefehler F = — 5 %. Der tatsächliche Betrag des Stromes ist also:

$$\text{Sollwert} = \frac{1}{1 + [0{,}01\,(-5)]} = \frac{1}{0{,}95} = 1{,}053\ \text{A}$$

Legt man die von den Instrumenten angezeigten Werte zugrunde, so ergibt sich für R_x ein Wert von

$$\frac{100}{1} = 100\ \Omega$$

In Wirklichkeit hat R_x aber den Wert

$$\frac{95{,}24}{1{,}053} \approx 90{,}48\ \Omega$$

Der Meßfehler beträgt somit

$$F = \frac{\text{Istwert} - \text{Sollwert}}{\text{Sollwert}} \cdot 100 = \frac{100 - 90{,}48}{90{,}48} \cdot 100 \approx +10{,}5\ \%$$

Dieser Fehlereinfluß ist an sich leicht zu übersehen, erfahrungsgemäß findet er aber doch häufig ungenügende Beachtung. Wird nach diesem Strom-Spannungsverfahren z. B. der Frequenzgang eines Drahtwiderstandes aufgenommen, so verwende man als Spannungsmesser ein Röhren-Voltmeter und als Strommesser ein Thermoinstrument, um einen Frequenzgang der Instrumente selbst auszuschließen.

§ 4. Widerstandsmessung durch Stromvergleich

Bild 110 zeigt die Schaltanordnung zur Messung eines Widerstandes bei Gleichstrom durch Stromvergleich mit Hilfe eines Normalwiderstandes R_N. Die Meßgenauigkeit des Strommessers spielt hier überhaupt keine Rolle. Das Drehspulsystem muß jedoch sehr gut gelagert sein, damit Stromänderungen von etwa ± 0,2 % einwandfrei angezeigt werden. Die Messung geschieht wie folgt: R_x wird angeschlossen und das Potentiometer nach höherer Spannung hin gedreht, bis der Strommesser einen größeren Ausschlag zeigt. Über R_x fließt sodann der Strom I_1. Nun drückt man die gefederte Umschalttaste T und regelt den Normalwiderstand R_N so ein, bis der über ihn fließende Strom

$$I_2 = I_1$$

ist. Da gleiche Ströme gleiche Widerstände zur Voraussetzung haben, ergibt sich

$$R_x = R_N$$

Es empfiehlt sich, die Taste einige Male in kurzen Abständen zu drücken, um sich von der Gleichheit der Ströme besser überzeugen zu können. Die Meßgenauigkeit ist abhängig von der Genauigkeit des Normalwiderstandes R_N und vom Verhältnis $R_x : (R_i + R_1)$, das möglichst groß sein soll, etwa

$$\frac{R_x}{R_i + R_1} \geq 10$$

Eine Veränderung des Normalwiderstandes um ± 1 % hat dann praktisch auch eine Stromänderung von ± 1 % zur Folge, und die Genauigkeit von R_N kann voll ausgenützt werden. Betrüge dagegen (um ein besonders ungünstiges Verhältnis zu betrachten) der Widerstand $R_i + R_1$ = 1000 Ω und R_x = 100 Ω, so mußte man R_N um rund ± 10 % des Wertes von R_x verändern, um im Stromanzeiger eine Stromänderung von ± 1 % zu erzielen. Folglich kann man die an sich gegebene Genauigkeit des Normalwiderstandes bei weitem nicht auswerten. Die Messung wird sehr ungenau. Die Höhe der an R_1 abgegriffenen Spannung bzw. des Stromes hat sich zu richten nach der zulässigen Belastbarkeit des zu messenden Widerstandes und nach der des Normalwiderstandes. Bei der Messung hochohmiger Kohleschicht-Widerstände empfiehlt es sich, auch deren Spannungsabhängigkeit zu berücksichtigen. Der Spannungskoeffizient eines Kohleschicht-Widerstandes kann nach diesem Meßverfahren besonders einfach ermittelt werden. Will man z. B. einen 1-MΩ-Widerstand untersuchen, so wählt man einmal eine Spannung von 50 V bei einem Strom von 50 µA und hierauf eine Spannung von 300 V bei 300 µA. In beiden Fällen muß dann, falls keine Spannungsabhängigkeit auftritt, an R_N für $I_2 = I_1$ derselbe Ohmwert einzustellen sein. Anderenfalls ergibt die erforderliche prozentuale Änderung an R_N gleich den Spannungskoeffizienten für 300 V. Die Belastung von R_N beträgt hierbei selbst für einen Widerstand zu 0,5 W erst etwa 18 % der Nennbelastbarkeit, so daß der jedem Kohleschicht-Widerstand eigentümliche Temperaturkoeffizient noch unberücksichtigt bleiben kann. (Fortsetzung folgt.)

Ing. J. Cassani

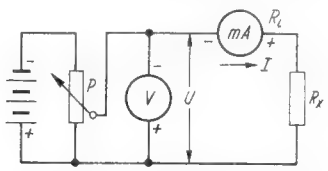


Bild 109. Widerstands-Meßanordnung nach der Strom-Spannungsmethode bei Gleichstrom

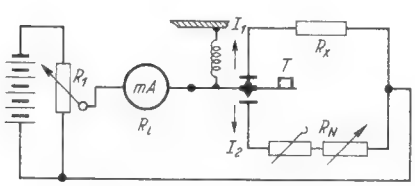


Bild 110. Widerstands-Meßanordnung nach der Vergleichsmethode

Wiedergabe hoher Qualität

Bei jeder Wiedergabe einer akustischen Darbietung kommt es darauf an, dem natürlichen Klangbild möglichst nahezukommen. Die Frage lautet für den Praktiker: Wie soll man die gegebene Nf-Modulation verstärken und wie soll man die Lautsprecheranlage ausbilden, um eine möglichst naturgetreue Wiedergabe, die der akustischen Darbietung vor dem Mikrofon weitgehend entspricht, zu erreichen?

Das Frequenzband der hörbaren Töne umfaßt etwa 30...16 000 Hz. Die Hörbarkeit der hohen Frequenzen ist für den einzelnen sehr verschieden und nimmt meist mit dem Alter ab. Eine Begrenzung des Bandes bei 10 000...12 000 Hz wird wohl von den meisten Menschen nicht als nachteilig empfunden.

Die Probleme für die Wiedergabeanlage

Beim Bau einer Wiedergabeanlage sind grundsätzlich zwei Probleme zu unterscheiden:

1. Unmittelbare Wiedergabe einer Mikrofonsendung, wobei am Eingang des Verstärkers das ganze Frequenzband mit unverfälschten Amplituden vorhanden ist,
2. Wiedergabe oder Verstärkung einer Modulation, in der die einzelnen Frequenzen nicht mehr dem Original entsprechend enthalten sind. Dazu gehört vor allem die Modulation hinter dem Empfangsgleichrichter eines Rundfunksgerätes sowie hinter Tonabnehmern.

Im zweiten Fall kann man die Wiedergabe durch Korrektur des Verstärker-Frequenzganges dem Original wesentlich näherbringen.

Es ist also zu unterscheiden zwischen Korrekturen, die infolge Unvollkommenheit der Lautsprecher nötig sind, solchen die bei unverfälschter Modulation durchzuführen sind und weiteren, die zusätzlich als zweckmäßig erscheinen, um eine etwaige an sich schon in der Modulation vorhandene Verfälschung zu kompensieren. Durch Korrekturen lassen sich aber nur lineare Verzerrungen abschwächen. Enthält die Modulation bereits einen hörbaren Klirrfaktor (nichtlineare Verzerrungen), was bei Schallplatten z. B. sehr oft der Fall ist, so wird auch mit der besten Wiedergabeanlage nur eine verzerrte Musik reproduziert werden können. Dann empfiehlt sich sogar meist eine Beschneidung der oberen Frequenzen, d. h. eine lineare Verzerrung, um die nichtlineare unhörbar zu machen. Die Wiedergabe ist dann zwar unnatürlicher, aber angenehmer zu hören. Diese Beschneidung besorgt in allen Rundfunkgeräten der Klangfarbenregler.

Mit dem UKW-Funk läßt sich bekanntlich das ganze Nf-Band ohne Begrenzung übertragen, so daß der Bau einer hochwertigen Anlage hier einen Sinn bekommt, sofern die Modulation des Senders unter Punkt 1. fällt, d. h. eine unmittelbare Mikrofonsendung erfolgt.

Im folgenden werden nun zuerst die Vorverstärker behandelt, die das ganze Band möglichst gleichmäßig verstärken sollen. Dann folgt die Behandlung der Endstufe einschließlich der Lautsprecher, und schließlich werden die Regelmöglichkeiten zur Anbringung von Korrekturen im obigen Sinn erörtert. Schaltungen zur Durchführung einer Niederfrequenzverstärkung gibt es wohl sehr viele. Immer wieder erscheinen neue Bauanleitungen. Sie zeigen irgendeine Schaltung bzw. Dimensionierung. Warum aber die Dimensionierung so und nicht anders ist, wird dabei selten gesagt. Ist die Wiedergabe schlecht, so fängt der Praktiker an zu probieren, jedoch oft an der falschen Stelle. Auch beim Nf-Verstärker führen eine ganz einfache Rechnung und richtige Überlegungen immer zu dem gewünschten Ziel. Es gibt wohl kaum etwas Einfacheres in der Verstärkertechnik, als mit den heute zur Verfügung stehenden Mitteln einen Nf-Verstärker hoher Qualität zu bauen.

Die Meßwerte beim Niederfrequenz-Verstärker

Jeder Nf-Verstärker läßt sich durch folgende Meßwerte charakterisieren:

1. Maximale Endleistung.
2. Die Eingangsspannung, bei der die maximale Endleistung erreicht wird, was gleichbedeutend mit der Größe der Verstärkung zwischen dem Gitter der Endröhre und dem der ersten Verstärkerröhre ist. Diese Verstärkung soll Vorverstärkung genannt werden.
3. Frequenzgang der Ausgangsleistung für konstante Eingangsamplitude bei Belastung des Ausgangstransformators mit einem ohmschen Widerstand, der gleich dem Schwingspulenwiderstand des benutzten Lautsprechers bei 800 Hz ist.
4. Klirrfaktor. Dieser kann für hohe und tiefe Frequenzen getrennt betrachtet werden, da er verschiedene Ursachen hat und vor allem bei frequenzabhängigen Gegenkopplungsschaltungen für die einzelnen Frequenzbereiche verschieden beeinflußt wird.

Die einzelnen vorstehend aufgeführten Punkte sollen nun im folgenden näher betrachtet werden.

Vorverstärker

Bild 1 zeigt zwei Röhren, die als Pentoden geschaltet sind. Die Kopplung erfolgt über den Kondensator C_g. Üblicherweise enthält die Röhre im Katodenkreis einen Widerstand zur Erzeugung einer Gittervorspannung. Dieser ist mit einem Kondensator überbrückt. Als Beispiel diene die Röhre EF 12. Es interessiert besonders die Dimensionierung der Schaltelemente. Da für diese Schaltung und die Röhre EF 12 (AF 7) alle erforderlichen, optimalen Werte von der Herstellerfirma angegeben werden, erübrigen sich zeitraubende Bemessungsversuche. Die jeweiligen Daten gehen aus folgender Tabelle für Anodenspannungen von 250 und 200 Volt hervor

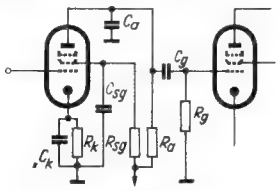


Bild 1. Schaltung einer Vorverstärkerstufe

Optimale Dimensionierungsdaten

Außenwiderstand R_a	0,2	0,1	0,05	MΩ
Schirmgitterwiderstand R_{sg}	0,5	0,3	0,2	MΩ
Katodenwiderstand R_k bei 200 Volt	4000	2500	2000	Ω
Katodenwiderstand R_k bei 250 Volt	3000	1500	1000	Ω
Verstärkung v bei 200 Volt	110	80	50	fach
Verstärkung v bei 250 Volt	160	100	70	fach

Die angegebenen Verstärkungsziffern gelten für einen nachfolgenden Gitterableitwiderstand R_g von 0,7 MΩ, wie er für die Endröhre EL 11 z. B. üblich ist.

Bei größeren Ableitwiderständen wächst die Verstärkung etwas an. Die Verstärkung v ist stets

$$v = SR_a$$

sofern der Innenwiderstand der Röhre R_i groß gegen R_a ist, was hier noch zutrifft. S stellt die dynamische Steilheit im Arbeitspunkt dar. Letztere beträgt bei obiger Dimensionierung etwa 1 mA/V. Der Gitterableitwiderstand liegt dem Anodenwiderstand über C_g parallel und verkleinert demnach dessen Wert und damit die Verstärkung um so weniger, je größer er ist. Die Aussteuerung solcher Vorstufen bleibt meist so gering, insbesondere bei nachfolgender Pentode, daß man den Klirrfaktor vernachlässigen kann (< 1%).

Der Frequenzgang

Von besonderem Interesse ist nun der Frequenzgang bei hohen und tiefen Frequenzen. Bei hohen Frequenzen hat die nicht vermeidbare Eigenkapazität des Anodenkreises C_a (Bild 1) einen Einfluß. Sie setzt sich aus der Anodenkapazität der Vorröhre und der Gitterkapazität der Endröhre zusammen. Dazu kommt eine gewisse Schaltkapazität. Setzt man die Summe aller Kapazitäten mit etwa 50 pF an, so dürfte das in den meisten Fällen genügen. Der Scheinwiderstand R_C beträgt für einen Kondensator von 50 pF für 10 kHz R_C = 318 kΩ. Wäre bei einer bestimmten Frequenz R_C gleich R_a, so würde der wirksame Anodenscheinwiderstand für diese Frequenz und damit die Verstärkung um 30 % kleiner als bei z. B. 1000 Hz. Man kann also mit R_a auf jeden Fall bis auf 200 kΩ gehen, ohne daß der Frequenzgang hörbar beeinflußt wird.

Oft ist es in Rundfunkempfängern üblich oder notwendig, die Anode der Nf-Verstärkerröhre gegen Erde für Hochfrequenz abzublocken. Dabei geht natürlich die Verstärkung für die hohen Frequenzen (10 000 Hz) je nach Kapazitätswert zurück. Wählt man R_a = 100 kΩ, so darf diese Kapazität für 30% Verstärkungsverlust nur 150 pF mit einem Scheinwiderstand von 106 kΩ betragen. Bei richtig verdrosselten bzw. aufgebauten Empfangsgleichrichtern kommt man aber ganz ohne diese zusätzliche Verblockung aus. Wird als Endröhre eine Triode benutzt, z. B. AD 1, so ist die dynamische Eingangskapazität dieser Röhre infolge der Anodenrückwirkung nicht gleich der statischen, sondern größer. Man verwendet dann zweckmäßig höchstens 100 kΩ oder noch weniger für den Anodenwiderstand der Vorröhre. Die Wirkung der Anodenrückwirkung hängt dabei sehr davon ab, wie weit der Widerstand des angeschlossenen Lautsprechers bei steigender Frequenz induktiv wird.

Für die Verstärkung der tiefen Frequenzen ist die Größe des Katodenkondensators C_k in Bild 1 maßgebend. Sein Widerstand steigt mit fallender Frequenz, so daß dann der parallel liegende ohmsche Widerstand eine zunehmende Gegenkopplung verursacht, die die Verstärkung mit abnehmender Frequenz vermindert. Der Widerstand des Kondensators soll bei z. B. 50 Hz gleich oder kleiner als der dynamische Widerstand R_d an der Katode sein. Letzterer ist annähernd $R_d = 1/S$, wobei wieder S die Steilheit im Arbeitspunkt ist. Für die EF 12 wäre also R_d = 1000 Ω; im vorliegenden Fall wird R_d noch durch den parallel liegenden Katodenwiderstand verkleinert. Praktisch kann man ½ R_d einsetzen, also 500 Ω. Ein Kondensator von 10 µF, der einen Scheinwiderstand von 300 Ω bei 50 Hz hat, ist also groß genug. Will man nur 100 Hz noch gut übertragen, so genügen etwa 5 µF, für 25 Hz sind 20 µF notwendig usw.

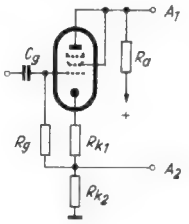


Bild 2. Gegentaktvorstufe

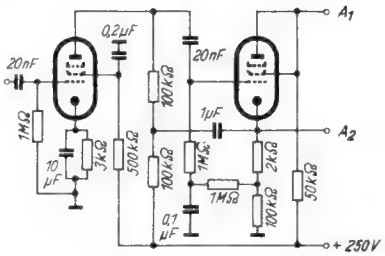


Bild 3. Gegentaktvorverstärker hoher Verstärkungsziffer

Der Frequenzgang für die tiefen Frequenzen wird weiter durch die Größen des Koppelkondensators C_g und Gitterableitwiderstandes R_g bestimmt. Das Produkt aus beiden soll 1/50 sein, wobei C in Farad eingesetzt wird und R in Ω. Das ergibt also bei 1 MΩ Ableitwiderstand 20 000 pF oder bei 0,5 MΩ 40 000 pF, bei 2 MΩ 10 000 pF usw. Für R_g wählt man zweckmäßig immer die für die betreffende Röhre maximal zugelassene Größe, also z. B. 1 MΩ für die EL 11 oder 3 MΩ für die EF 12.

Schließlich wird der Frequenzgang noch durch die Zeitkonstante $C_{sg} \cdot R_{sg}$ am Schirmgitter beeinflußt. Sie soll mindestens $^1/_{50}$ sec betragen. Ein Kondensator von 0,2 µF beeinflußt die Verstärkung für 50 Hz bei den üblichen Größen für den Vorwiderstand praktisch nicht. Größere Werte bringen keine weiteren Vorteile.

Das ist nun alles, was der Praktiker bei Anwendung einer als Pentode geschalteten Vorverstärkerstufe zu beachten hat. Gelegentlich werden für die Vorverstärkung auch Trioden angewendet, wie z. B. in Form der Röhre ECL 11. Zur Beurteilung des Frequenzgangs bei hohen Frequenzen ist dann praktisch die Parallelschaltung des Innenwiderstandes der Röhre im Arbeitspunkt und des Außenwiderstandes maßgebend. Der Innenwiderstand hat meist einen wesentlich kleineren Wert als der Außenwiderstand, so daß man an die Anode gegen Erde eine entsprechend größere Kapazität legen kann, ohne den Frequenzgang hörbar zu beeinflussen. Bei gleichen Außenwiderständen liegen die Verhältnisse bei Trioden immer günstiger, als bei Pentoden.

Einstellung des Arbeitspunktes

Hat man nun irgendeine andere Nf-Pentode, so läßt sich der richtige Arbeitspunkt etwa folgendermaßen einstellen: Die Widerstände sind so auszuwählen, daß bei einer Vorspannung (Spannung am Katodenwiderstand) von ca. 2,5...3 Volt etwa die Hälfte der an den Anodenwiderstand angelegten Spannung gegen Erde zwischen Anode und Erde der Röhre liegt. Der Widerstand des verwendeten Spannungsmessers muß aber mindestens 10mal so groß sein wie der Anodenwiderstand selbst.

Die Schirmgitterspannung ist bei den einzelnen Röhrentypen sehr unterschiedlich. Bei den deutschen Stahlröhren hat sie gleichen Wert wie die Anodenspannung, bei amerikanischen Typen (z. B. 12 C 8) nur etwa ¼ der Spannung an der Anode. Hat man 250 Volt Spannung zur Verfügung und wählt man R_a zu 100 kΩ, so müßte in diesem Widerstand ein Strom von 1,25 mA fließen, wenn an der Röhre oder — was das gleiche ist — am Widerstand 125 Volt abfallen sollen.

Für den Katodenstrom der verwendeten Pentode kann man etwa 25% zum Anodenstrom (Schirmgitterstrom) zuschlagen. Es fließen also in der Katodenleitung ca. 1,6 mA. Der Katodenwiderstand R_k wird dann, wenn 3 Volt daran abfallen sollen, $R_k = \frac{3 \cdot 10^3}{1{,}6} = 1900\ \Omega$. Diesen Wert baut man ein und variiert nun den Schirmgitterwiderstand solange, bis an der Anode 125 Volt gemessen werden. Statt dessen kann man auch den Anodenstrom messen und im vorliegenden Falle auf 1 mA einstellen. Bei Röhren hoher Steilheit (z. B. EF 14 oder 6 AC 7) wählt man bei einem Anodenstrom von 7...10 mA und einer Schirmgitterspannung von 80...100 Volt den Anodenwiderstand zweckmäßig etwa nur 10...15 kΩ groß und erhält auch infolge der hohen Steilheit eine 50...100fache Verstärkung.

Wenn man bei Röhren, für die die notwendigen Widerstandswerte nicht bekannt sind, in der beschriebenen Weise vorgeht, wird man immer annähernd das Richtige treffen. Eine so dimensionierte Verstärkerstufe erfüllt alle Anforderungen, die man stellen kann. Sie läßt sich durch Kunstschaltungen nicht weiter verbessern.

Die Höhe der Verstärkung

wird mit einer Stufe meist ausreichend sein, sofern nicht Tonabnehmer mit sehr kleiner Eingangsspannung (TO 1002, R 5 elektrodynamisch oder dgl.) verwendet werden. Die Kaskadenschaltung von mehr als zwei Stufen einschließlich der Endstufe führt meist zu Schwierigkeiten, da durch den Innenwiderstand des Netzgerätes eine Rückkopplung bewirkt wird, die den Verstärker zu Kippschwingungen veranlaßt. Dies tritt besonders dann leicht ein, wenn die tiefen Frequenzen ohne Verlust verstärkt werden sollen. Die sicherste Abhilfe ist dann gegeben, wenn die erste Röhre aus einem getrennten Netzgerät gespeist wird, das ja wegen des geringen Stromverbrauchs der Stufe sehr klein sein kann. Eventuell geht es auch mit einer getrennten Siebkette unter Verwendung derselben Gleichrichterröhre, wenn man eine mehrstufige Siebung anwendet. Zumindest läßt sich immer der gleiche Transformator verwenden. Eine weitere Möglichkeit, bei dreistufiger Verstärkung die Neigung zu Kippschwingungen zu vermindern, ist die der Anwendung einer Gegentaktendstufe. Dreistufige Verstärker mit Gegentaktendstufe lassen sich meist ohne Schwierigkeiten aus einem Netzgerät betreiben. Bei Steuerung der Endstufe in A-Betrieb schwankt ja der aus dem Netzgerät entnommene Strom fast gar nicht und erzeugt daher am Innenwiderstand des Netzgeräts auch keine Rückkopplungsspannung.

Vorverstärker zur Erzeugung einer Gegentaktspannung

Eine Gegentaktspannung kann bekannntlich sehr leicht mit Hilfe eines Transformators erzeugt werden. Für hochwertige Verstärker ist jedoch eine Transformatorkopplung ungeeignet. Die erforderlichen streuarmen Transformatoren geringer Kapazität mit hochwertigem Eisen sind teurer als eine Röhrenstufe. **Bild 2** zeigt eine bekannte Schaltung zur Erzeugung einer Gegentaktspannung. Anoden- und Katodenwiderstand R_{k2} sind gleich groß, so daß sich zwei gleich große Gegentaktspannungen ergeben, wobei es allerdings auf eine Verschiedenheit der Spannungen von 10% (Streuung der Widerstandswerte) nicht ankommt. Die Dimensionierung der Schaltung läßt sich nach obiger Tabelle für die Röhre EF 12 leicht vornehmen; der Anodenwiderstand wird geteilt, also z. B. in zweimal 25 kΩ, der Katodenwiderstand R_{k1} bleibt unverändert (1000 Ω), Schirmgitter und Anode werden verbunden. Ebensogut kann man die Widerstände bis 50 kΩ wählen und (bei 250 V am Anodenwiderstand) ca. 2500 Ω für R_k.

Eine solche Stufe verstärkt in jedem Fall weniger als 2 × 1fach. Das ist ein gewisser Nachteil. Man bekommt in Verbindung mit einer Vorstufe nach Bild 1 für $R_a = 0{,}2$ MΩ eine Verstärkung von maximal 2 × 150fach. Auch hier gibt es bezüglich des Klirrfaktors und Frequenzgangs der Verstärkung praktisch keine bessere Schaltung.

Der Gitterableitwiderstand der Gegentaktstufe liegt hier an einer Anzapfung des Katodenwiderstandes und nicht gegen Erde. Er wird also mit seinem Ende gleichphasig zur Gitterwechselspannung gesteuert, so daß der an ihm auftretende Wechselspannungsabfall einen wesentlich kleineren Wert besitzt, als wenn er an Erde liegt. Das ist gleichbedeutend mit einer Vergrößerung seines Wertes (dynamisch gesehen) bzw. der Größe des Kopplungskondensators. Der Faktor der scheinbaren Vergrößerung beträgt, wenn R_{k1} zu Null angenommen wird, $1 + SR_k$, wobei S die Steilheit im Arbeitspunkt ist, so daß der Kopplungskondensator C_g sehr viel kleiner sein kann als normal. Eine Kapazität von 2000 pF würde bei $R_g = 1$ MΩ völlig ausreichen.

Man kann nun nach **Bild 3** (DP angem.) eine wesentlich höhere Verstärkung, die gelegentlich erwünscht ist, erreichen, indem man den Anodenwiderstand der Vorröhre teilt und den Teilpunkt über einen Kondensator von einigen µF mit der Katode der Gegentaktstufe verbindet. Die Wirkungsweise und Berechnung dieser Schaltung wurden vom Verfasser in der Zeitschrift „Allgemeine Rundfunk-Technik" 1949, Heft 7, angegeben. Die Grenze der möglichen Verstärkung ist für jede Teilspannung (Katode oder Anode) der Gegentaktstufe gleich dem Verstärkungsfaktor der ersten Röhre ($R_a = \infty$). Bei der angegebenen Dimensionierung wird eine Verstärkung von etwa 2 × 750fach erreicht, wenn die zweite Röhre als Triode geschaltet ist. Bei Pentodenschaltung liegt sie um etwa den Faktor 2 höher. Das Schirmgitter, das dann seine Spannung über einen Vorwiderstand erhält, muß gegen die Katode abgeblockt sein.

Für den Frequenzgang gelten ebenfalls die obigen Betrachtungen. Der Klirrfaktor ist zu vernachlässigen. Damit dürfte gezeigt sein, wie ein einwandfreier Vorverstärker genügender Verstärkung zu bauen ist.

Die Endstufe

Bei der Endstufe ergibt sich zunächst die Frage nach der Leistung, die allerdings nur in Verbindung mit dem Lautsprecher zu lösen ist. Es gibt sehr viele Lautsprechertypen in verschiedener Qualität. Vor allem kann der Wirkungsgrad sehr verschieden sein. Bei kleinen Typen bis 4 Watt ist er meist geringer als bei größeren. Will man bei kleinen Lautsprechern eine genügend starke Baßwiedergabe erzielen, so muß man sehr viel mehr Leistung dafür aufwenden, als bei großen, die die Baßtöne viel besser abstrahlen. Man muß die tiefen Frequenzen stark anheben. Im ganzen kann man sagen, daß eine Endleistung von 4 Watt für die Wiedergabe in Wohnräumen bei guter Dynamik und einem Lautsprecher von etwa 16 cm Konusdurchmesser immer mehr als ausreichend ist. Noch mehr gilt das bei Anwendung von Lautsprechern hohen Wirkungsgrades, wie z. B. des „Isophon"-Orchester-Chassis.

Für Endleistungen, die größer als 4 Watt sind, verwendet man zweckmäßiger Gegentaktendstufen. Der Wirkungsgrad der Röhren wird etwas besser, der Ausgangstransformator etwas billiger. Auch ist der Klirrfaktor bei Verstärkern ohne Gegenkopplung kleiner als bei einfachen Endstufen, wobei allerdings die Betrachtungen über den Klirrfaktor bei kleiner Aussteuerung der Endstufe nur eine unwesentliche Rolle spielen.

Die Frage ist weiterhin, ob man eine Triode oder eine Pentode verwenden soll. Die Triode gibt infolge ihrer natürlichen Gegenkopplung ($R_i < R_a$) meist eine bessere Wiedergabe, benötigt aber

eine große Steuerwechselspannung. Zudem ist der Wirkungsgrad bei normaler Anodenspannung wesentlich schlechter als der einer Pentode. Der an sich kleinere Klirrfaktor der Endstufe kann zum Teil durch die Notwendigkeit größerer Aussteuerung der Vorstufe und das dadurch bedingte Ansteigen des Klirrfaktors dieser Stufe kompensiert werden. Durch Gegenkopplung läßt sich jedoch erreichen, daß eine Schaltung mit Pentoden die guten Eigenschaften einer solchen mit Trioden ohne deren Nachteile aufweist.

Die Betriebsdaten sind für jede auf dem Markt befindliche Endröhre angegeben. Für den Katodenkondensator gelten die gleichen Betrachtungen wie oben. Entsprechend der großen Steilheit einer Röhre (EL 11 z. B.) muß er etwa 100 µF groß sein, wenn die tiefen Frequenzen richtig übertragen werden sollen. Bei weniger steilen Röhren genügt ein kleinerer Kondensator. Für Gegentaktstufen ist es immer zweckmäßig, getrennte Katodenwiderstände anzuwenden. Bei fester Vorspannung (AB-Betrieb zur Erzielung hoher Endleistung) oder gemeinsamem Katodenwiderstand müssen die Röhren so ausgesucht werden, daß sie annähernd gleichen Anodenstrom haben, um eine Überlastung einer der beiden Röhren bzw. zu große Unsymmetrie zu vermeiden. Bei Gegentakt-A-Betrieb und gemeinsamem Katodenwiderstand kann der Katodenkondensator wegfallen.

Für einige Endröhren seien hier für Eintakt- und Gegentaktschaltung mit zwei Röhren die von den Röhrenherstellern angegebenen optimalen Werte zusammengestellt. Soweit bei zwei Röhren im Gegentakt nur ein Katodenwiderstand angegeben ist, gilt dieser für beide Röhren gemeinsam. W_0 ist die abgebbare Endleistung, d_{tot} der bei dieser Leistung vorhandene Klirrfaktor. Einen besonders kleinen Klirrfaktor erhält man z. B. bei Verwendung von zwei Röhren EL 6 (EL 12) in Gegentakt.

Optimale Werte für gebräuchliche Endpentoden

	U_a [V]	U_{sg} [V]	I_a [mA]	R_k [Ω]	R_a [Ω]	W_0 [Watt]	$U_{Eing.}$ eff.	d_{tot}
ECL 11	250	250	36	—	7000	4	4,2	10 %
ECL 113	250	250	25	95	12500	2,25	2,3	10 %
EEL 71	250	250	24	230	9000	2,3	3,1	10 %
EL 34	265	265	100	120	2000	25		10 %
EL 41	250	250	36	150	7000	4,5	4,2	10 %
EL 42	250	250	22,5	500	11000	2,6	7,9	10 %
EL 11 AL 4 EBL 1 EL 3	250	250	36	150	7000	4,5	4,2	10 %
2 × EL 11 2 × AL 4 2 × EL 3 2 × EBL 1	250	250	2 × 24	140	10000	8,2	2 × 6,7	3,1 %
AL 5 EL 5	250	275	72	175	3500	8,8	8,2	10 %
2 × AL 5 2 × EL 5	250	275	2 × 58	120	4500	19,5		5,1 %
EL 6 EL 12	250	250	72	90	3500	8,2	4,8	10 %
2 × EL 12 2 × EL 6	250	265	2 × 45	97	5000	16	2 × 8,2	1,7 %
6 L 6	250	250	75	170	2500	6,5		10 %
2 × 6 L 6	270	270	2 × 67	125	5000	18,5		2 %
6 V 6	250	250	45	240	5000	4,5		10 %
2 × 6 V 6	250	250	2 × 35	210	10000	10		5 %
CL 4	200	200	45	170	4500	4	5	10 %
2 × CL 4	200	200	2 × 33	135	4500	6		1,5 %
CL 6	200	100	45	190	4500	4	5,6	10 %
	100	100	50	140	2000	2,1	5,6	10 %
2 × CL 6	100	100	2 × 42	2 × 190	3000	4	2 × 6,7	5,6 %
2 × CL 6	200	125	2 × 45	2 × 250	4400	12,1	2 × 11	1,8 %
UBL 21 UBL 3	200	200	55	200	3500	4,8		10 %
UEL 11	200	200	22	250	9000	5	4,5	10 %
UEL 51	200	200	45	150	4500	9	5	10 %
UEL 71	200	200	23	200	9000	2	3,2	10 %
UL 41	170	170	53	165	3000	4	6,2	10 %
UL 71	200	200	23	200	9000	2	3,2	10 %

Der Ausgangstransformator

Zur Endstufe gehört der Ausgangstransformator. An ihm wird wohl am meisten gesündigt. Zunächst muß er einen genügend großen Kernquerschnitt im Innern des Wickelkörpers haben. Als Anhaltspunkt für reichliche Dimensionierung mag hier für Endleistungen zwischen 4 und 10 Watt gelten, daß er etwa ebensoviel qcm haben sollte, wie Leistung übertragen wird. Dies sei aber nur eine grobe Richtlinie für den Praktiker. Darüber hinaus muß der Transformator in allen Fällen einen Luftspalt aufweisen. Dieser dürfte etwa zwischen $^1/_{20}$ und $^3/_{10}$ mm liegen. Ein zu großer Luftspalt schadet nichts, wenn die erforderliche Selbstinduktion noch erreicht wird. Der ohmsche Widerstand soll stets so klein wie möglich sein, um unnötige Verluste an Leistung zu vermeiden. Der Wickelraum muß also stets ganz ausgenutzt werden.

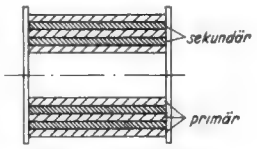


Bild 4. Streuarme Transformatorwicklung

Das Übersetzungsverhältnis ist durch den Anpassungswiderstand der Röhre und durch die Lautsprecherimpedanz gegeben. Für eine EL 11 beträgt ersterer z. B. 7000 Ω. Hat die Impedanz der Schwingspule (ohmscher Widerstand + 20 %) z. B. einen Wert von 3,5 Ω, so muß das Übersetzungsverhältnis $\sqrt{7000/3{,}5} = 45:1$ sein. Dies ist in jedem Fall optimal. Beträgt nun bei 50 Hz der Leerlaufwiderstand ωL des Transformators 7000 Ω, so überträgt er die tiefen Frequenzen gut. Bei 50 Hz würde er diese Frequenz dann zu 70 % übertragen, was ausreichend erscheint. Man kann, falls es erwünscht ist, auch für 30 Hz dimensionieren.

Gegentakttransformatoren bestimmt man genau so. Angegeben wird dabei immer der Anpassungswiderstand von Anode zu Anode, z. B. 10 kΩ für 2 EL 11. Ist die notwendige Windungszahl ermittelt, so versieht man die Wicklung nur mit einer Mittelanzapfung. Der Scheinwiderstand bei z. B. 50 Hz läßt sich leicht nach dem Ohmschen Gesetz dadurch feststellen, daß man den Transformator an die 50periodige Netzspannung (möglichst nur 110 V) legt und den Stromdurchgang bestimmt. Ist z. B. der Widerstand bei der Messung des sekundär unbelasteten Transformators um einen Faktor n falsch, so bringt man eine Windungszahl, die um den Faktor $\sqrt{1/n}$ verändert wird, auf. Mißt man also im obigen Beispiel nur 3500 Ω (bei 110 V 28,5 mA), so muß die Windungszahl um den Faktor $\sqrt{2} = 1{,}4$ erhöht werden. Hat man so die erforderliche Primärwindungszahl ermittelt, so wickelt man die Sekundärseite entsprechend dem notwendigen Windungsverhältnis. Auf die beschriebene Art gelangt man immer zu einem brauchbaren Transformator, der allerdings keinen Anspruch auf größte Wirtschaftlichkeit hinsichtlich des getriebenen Aufwandes, also seiner Größe macht. Das ist ja für den Praktiker weniger von Bedeutung.

Die beschriebene Messung des Scheinwiderstandes erfolgt bei einer Frequenz von 50 Hz. Der bei 50 Hz gemessene Scheinwiderstand ist bei einer Frequenz von 100 Hz annähernd doppelt so groß. Mißt man also bei 50 Hz 3500 Ω, so wäre der Widerstand bei 100 Hz dem Anpassungswiderstand der Röhre gleich. In den meisten Rundfunkgeräten begnügt man sich mit einer Anpassung für 100 Hz. Für hochwertige Wiedergabe sollte man aber wenigstens für 30 Hz anpassen.

Nachstehend sei noch auf Verzerrungen hingewiesen, die an der untersten Frequenzgrenze des Transformators, besonders wenn dieser keinen Luftspalt hat, auftreten können. Vielfach besteht die Meinung, daß Gegentaktübertrager keinen Luftspalt benötigen, da sie nicht mit Gleichstrom vormagnetisiert sind. Die Selbstinduktion ist jeweils der momentanen Permeabilität proportional. Sie schwankt aber über eine ganze Stromperiode in weiten Grenzen. Der Transformator hat also einen mit den Momentanwerten des Stromes stark schwankenden Scheinwiderstand, der dem konstanten Anpassungswiderstand parallel liegt. Fließt nun in die Parallelschaltung dieser Widerstände ein sinusförmiger Strom, wie dies z. B. bei Pentodenbetrieb ($R_i \gg R_a$) stets bei sinusförmiger Wechselspannung am Gitter der Fall ist, so muß an dem über eine Periode stark schwankenden Widerstand eine stark verzerrte Spannung auftreten. Es entsteht ein starker Klirrfaktor, wie man sich leicht mittels eines Oszillografen überzeugen kann. Die Verzerrung nimmt mit abnehmender Frequenz zu und wird bereits untragbar, wenn ωL gleich dem Anpassungswiderstand wird, also z. B. bei 100 Hz. Hat jedoch der Transformator einen Luftspalt, was allerdings zur Erzielung der gleichen Selbstinduktion L wenigstens die doppelte bis dreifache Windungszahl je nach Größe des Spaltes erfordert, so schwankt seine Selbstinduktion und damit der Scheinwiderstand über eine Periode nur wenig. Durch starke Gegenkopplung im unteren Grenzfrequenzbereich wird die Verzerrung ebenfalls vermieden.

Die Streuung

Bisher blieb die Streuung des Transformators unberücksichtigt. Sie wirkt bei hohen Frequenzen so, als ob eine Selbstinduktion mit der Schwingspule in Serie geschaltet wäre, so daß bei konstanter Primärspannung mit zunehmender Frequenz die Spannung an der Schwingspule kleiner wird, sofern dieser Widerstand konstant bleibt. Letzterer steigt meist mit der Frequenz stark an, so daß die Spannung an der Schwingspule bis zu 10 000 Hz nahezu konstant bleibt. Tatsächlich ist aber der Schwingspulenstrom, der ja für den Schalldruck maßgebend ist, entsprechend der Widerstandszunahme kleiner geworden, so daß die hohen Frequenzen zu schwach wiedergegeben werden.

Der Transformator läßt sich leicht streuarm aufbauen. Man teilt z. B. die Primärwicklung nach **Bild 4** in vier oder fünf gleiche Teile und die sekundäre Wicklung in drei oder vier gleiche Teile und wickelt nun abwechselnd einen Teil Primärwicklung und einen Teil Sekundärwicklung übereinander.

(Schluß folgt.) Dr.-Ing. Dillenburger

Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Vorsicht bei Heizkreis-Umschaltungen

In der Zeit vor der Währungsreform wurden bei so manchem Rundfunkempfänger die gewagtesten Röhrenkombinationen zusammengeschaltet, um das Gerät wieder betriebsbereit zu machen. Daß dabei das Können des jeweiligen Instandsetzers von ausschlaggebender Bedeutung war, zeigen verschiedene schadhafte Geräte, die nunmehr in Werkstätten zur Umstellung auf den Original-Röhrensatz eingeliefert werden.

Im vorliegenden Falle wurde s. Z. ein VE Dyn GW (Normalbestückung: VF 7, VL 1, VY 1, U 3505) wahrscheinlich infolge defekter Audion-Röhre nach der aus *Bild 1* ersichtlichen Weise umgeschaltet. Es war naheliegend, den Urdox-Widerstand wenigstens zum Schutze der Skalenlampen heranzuziehen, jedoch war dies gemäß der vorgenommenen Umschaltung falsch: Auch im normalen Betriebszustand der Röhren reichte der Spannungsüberschuß im Urdoxkreis nicht aus, den Urdox-Widerstand ausreichend zu erwärmen und damit auf seinen Betriebs-Ohmwert zu bringen. Somit betrug die Heizspannung am Parallelkreis der V-Röhren 68 Volt bei gleichzeitiger Unterheizung der Röhre CF 7. Der überlastete Heizfaden der Röhre VL 1 brannte durch.

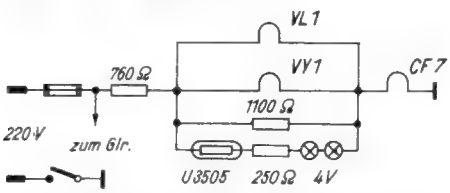


Bild 1. Fehlerhafte Umschaltung des Heizkreises

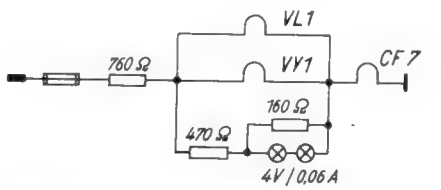


Bild 2. Zweckmäßige Heizkreis-Umstellung

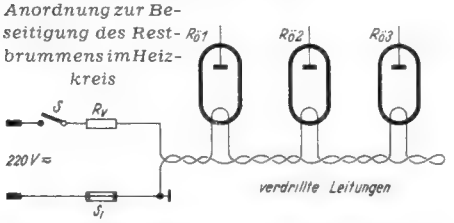
Sollte der Heizkreis nach dem angegebenen Prinzip richtig umgestellt werden, hätte auf den Urdox-Widerstand verzichtet werden müssen. Der Heizkreis wäre dann gemäß *Bild 2* zu schalten. Bei Ausfall der Skalenlämpchen erhöht sich der resultierende Widerstand des Parallelkreises von 275 Ω auf 294 Ω. Der Spannungsabfall an diesem Widerstand beträgt dann 57,5 V, so daß die Heizfäden der V-Röhren nur innerhalb der zulässigen Grenzen (5 %) überlastet werden.

Dieses Beispiel zeigt erneut, daß selbst einfache Maßnahmen, wie sie Heizkreis-Umschaltungen darstellen, sorgfältig überlegt werden müssen. Ing. E. Hannausch

Brummfreier Allstromheizkreis

Es ist allgemein bekannt, daß Allstromempfänger ein größeres Restbrummen aufweisen als Wechselstromgeräte. Im Gegensatz zur letzteren Empfängerart, deren Heizung ausschließlich aus Transformatoren geschieht, werden die Röhren eines Allstromgerätes direkt aus dem Netz geheizt. Dadurch gelangt u. a. der Teil des Netzbrummens in das Gerät, der sonst durch die Schutzwicklung eines Netztransformators zurückgehalten würde, und verursacht mehr oder weniger starke Störungen.

Anordnung zur Beseitigung des Restbrummens im Heizkreis



Dieses Restbrummen kann man fast vollständig unterdrücken, wenn man den Heizkreis in der angegebenen Weise schaltet (*Bild*). Die Verdrahtung ist verdrillt auszuführen. Gerhard Fischer

Zweckmäßiger Einbau des Drehkondensators

Empfängerchassis und Lautsprecher sind heute in der Regel in einem Gehäuse untergebracht. Solange die Rundfunkempfänger nur Mittel- und Langwellenbereiche aufzuweisen hatten, konnte der Drehkondensator meist ohne weiteres fest mit dem Metallgestell verschraubt werden. Da ein zeitgemäßer Empfänger heute mindestens einen KW-Bereich besitzt und neuerdings sogar noch für UKW-Empfang eingerichtet ist, kommt man mit dieser einfachen Montage des Drehkondensators nicht mehr aus.

Empfangsgeräte mit mehreren Bereichen haben vielfach die unangenehme Eigenschaft, auf KW bei größeren Lautstärken zu heulen. Die Ursache bildet der sogenannte Mikrofoneffekt des Drehkondensators. Die von den Schallwellen des Lautsprechers getroffenen, geschlitzten Rotorendplatten geraten in Schwingungen. Wenn letztere auch kleine Amplituden haben, so genügen sie doch, um die KW- und UKW-Abstimmkreise so zu beeinflussen, daß Heultöne entstehen.

Die von den Spulensätzen und den Statoranschlüssen des Drehkondensators zum Steuer- und Oszillatorgitter der Mischröhre führenden Leitungen sollen kurz und starr ausgeführt werden. Dann wird die Kreuzmodulation selbst bei unabgeschirmt verlegten Gitterleitungen klein gehalten. Es ist wünschenswert, diese Gitterleitungen nicht abzuschirmen, damit man kleine Anfangskapazitäten der Kreise erhält und im MW-Bereich auf etwa 1600 kHz sowie im KW-Bereich auf ca. 12 m herunterkommt.

Diese Gesichtspunkte sind bestimmend für die Montage des Drehkondensators. Um Mikrofoneffekt zu vermeiden, werden die Drehkondensatoren heute nicht mehr mit dem Chassis fest verschraubt. Man verwendet vielmehr Gummizwischenlagen, die den Drehkondensator und die Befestigungsschrauben vom Chassis isolieren, so daß der Drehkondensator gewissermaßen federnd aufgehängt ist. Ähnlich wurden früher die Fassungen der Audionröhre befestigt, als die Röhren noch nicht genügend klingfrei waren.

Leider sind solche Gummizwischenlagen für Drehkondensatoren — man benötigt eine kleine Gummischeibe mit Ansatz und eine flache Gegenscheibe aus Gummi für jede Befestigungsschraube — im Einzelhandel schwer erhältlich.

Um kurze Gitterleitungen zu erzielen, wird es erforderlich, den Drehkondensator an passender Stelle und unter Verwendung von Gummizwischenlagen unmittelbar auf dem Chassis zu befestigen. Bei entsprechender Anordnung von Spulensatz und Mischröhre läßt sich die günstigste Stelle für den Drehkondensatoreinbau leicht ermitteln. Skalenantriebe, die eine erhöhte Montage des Drehkondensators über dem Chassis erfordern, sind nicht geeignet. Selbst wenn sich der Drehkondensator auf Winkeln federnd befestigen läßt, fallen die Gitterleitungen zu lang aus, denn Spulensatz und Gitteranschlüsse der Mischröhre befinden sich stets unter dem Chassis.

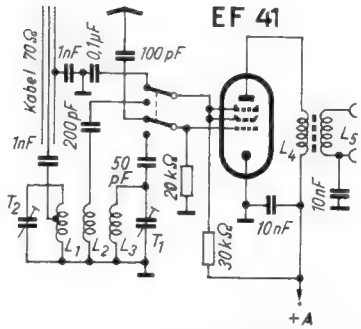
Der Skalenantrieb soll so ausgeführt werden, daß das Seilrad nicht hinter oder über der Skala angeordnet ist, was stets einen erhöhten Einbau des Drehkondensators verlangt. Das Seilrad muß sich unter dem Skalenblatt oder seitlich davon befinden. In vielen Industrieempfängern scheint sich die seitliche Anordnung des Seilrades am besten bewährt zu haben.

Auch für den Selbstbau erweist sich dieses Einbauprinzip als vorteilhaft, da unterhalb des Drehkondensators Spulensatz und Wellenschalter Platz finden können und sich so kürzeste Schwingkreisverbindungen ergeben. —ner

Kombiniertes UKW-Zusatzgerät und Hf-Verstärker

Eine Weiterentwicklung des in Heft 5 der FUNKSCHAU 1949, Seite 84, beschriebenen UKW-Zusatzgerätes stellt nachstehend erläuterte Schaltung dar (*Bild*). Das Zusatzgerät arbeitet auf UKW in der bekannten Tropadynschaltung. Die hinter dem Diskriminator entstehende amplitudenmodulierte Frequenz von 1500 kHz wird im Hochfrequenzteil des nachgeschalteten Mittelwellenempfängers verstärkt und demoduliert. Die weitere Verarbeitung der Niederfrequenz geschieht in üblicher Form.

Die Besonderheit der Schaltung stellt der zweipolige Umschalter dar. In der unteren Schalterstellung arbeitet das Zusatzgerät im



Prinzipschaltbild des kombinierten UKW-Zusatzgerätes und Antennenverstärkers. Dimensionierungswerte: $L_1 = L_3 = 4$ Wdg (Cu 1,5 mm ⌀, Wicklungsdurchmesser 14 mm); $L_2 = 3$ Wdg (Cu 1,5 mm ⌀, Wicklungsdurchmesser 14 mm); L_4 = Hf-Eisenkernspule 1 mH; L_5 = mit L_4 gekoppelt, 1/5 der Windungszahl von L_4; T_1, T_2 = Hescho-Trimmer Typ 2509

UKW-Bereich. In der oberen Schaltstellung sind der Oszillatorkreis L_3, T_1 sowie der Rückkopplungszweig L_2, 200 pF abgeschaltet. An deren Stelle treten die beiden Kondensatoren 100 pF und 0,1 µF. Das Zusatzgerät arbeitet jetzt als aperiodischer Antennenverstärker mit der als Tetrode geschalteten Röhre EF 41.

Die Betriebsspannungen werden dem Rundfunkgerät entnommen. Das Zusatzgerät ist ständig mit eingeschaltet. Beim Übergang von Mittel- auf UKW-Empfang fallen die Einbrennzeit und das damit verbundene Nachstellen des Empfängers fort. Mit einem nach dieser Schaltung gebauten Zusatzgerät konnte in Rosenheim der UKW-Sender Wendelstein störungsfrei empfangen werden. Auf Mittel- und Kurzwellen trat eine erhebliche Empfangsverbesserung ein.

Da die Tropadynschaltung in der beschriebenen Art nicht strahlungsfrei arbeitet, empfiehlt es sich, diese nur dort anzuwenden, wo UKW-Hörer in der Nachbarschaft nicht gestört werden können. Gustav Held

Schallplatten-Notizen

In der Neuheitenreihe der C. Lindström AG, beglückt uns der bekannte Schallplattentenor Herbert Ernst Groh auf Odeon 26890 mit dem ausdrucksvoll gesungenen Lied „Jetzt spielen ..." aus dem 1. Akt des „Bajazzo" von R. Leoncavallo. Auf der Rückseite bietet der beliebte Künstler die in akustischer Hinsicht gelungene Romanze „Mir träumt von jener Zeit" aus Bizet's Perlenfischer. Die klangvolle Wiedergabe des großen Opernorchesters verdient besondere Anerkennung. — Die gern gehörten Kilima Hawaiians erfreuen durch ihr melodisches und effektvolles Spiel auf Odeon 26873 („Kampong-Melodie" und „Als de Nacht valt in Hawaii"), während Gerhard Wendlang, Gesang, begleitet von H. Riethmüller an der Odeon-Kinoorgel die bekannten Melodien „C'est si bon" und „Fern von der Heimat" stimmungsvoll zu Gehör bringt (O-26888). Diese beiden Neuaufnahmen eignen sich sehr gut als Vorführplatten. Flotte Tanzmusik hören wir von dem instrumental gut besetzten Swing-Orchester Heinz Buschhagen in den Foxtrotts „Unter tausend Sternen träumt die große Stadt" und „Was gehört zum Dirndlkleid" (O-31941). Das Golgowsky-Quintett verleiht dieser modernen Aufnahme eine aparte Note. Auch die Odeon-Platte 26975 gewinnt durch den humorvollen Gesang des Rodgers-Duetts, das von Heinz Huppertz begleitet den netten Polka-Fox „Die Jägerhosenträger" und den volkstümlichen Foxtrott „Wenn es schneit im Zillertal" mit großem Erfolg vorträgt. Freunde gepflegter Tanzmusik werden an Gerhard Wendland, Gesang, begleitet vom Odeon-Tanzorchester, großen Gefallen finden. Die beiden Foxtrotts „Weißt du, daß du schön bist" und „Ukraine" (O-26941) zeichnen sich durch akustisch vollendete Wiedergabe aus, bei der vor allem die reine Übertragung aller Solopartien besticht. Moderne Unterhaltung im Kabarett-Stil bieten „Die 3 Travellers" auf den Odeon-Platten 26973 und 28883. Die humoristisch und flott vorgetragenen Schlager „Onkel Jonas", „Ach Babett, backe Kuchen", „An der Waterkant, an der See" und „Deine Klingel ist kaputt, huh-huh" treffen den Publikumsgeschmack vorzüglich und sind darüber hinaus wie alle Kleinbesetzungen für Schallplattenwiedergabe hervorragend geeignet.

Die überlegene Langspielnadel:

DURACROM

in der praktischen Schiebepackung, spielt garantiert 20 Plattenseiten. Besonders geformte, mikroskopisch geprüfte Spitze. Sehr plattenschonend.

DREI-S-WERK
NADELFABRIK
SCHWABACH
BEI NÜRNBERG

2. Auflage soeben erschienen! Die vielen tausend Besitzer des M 1 erhalten hier die Möglichkeit, ihr Gerät auf den neuesten Stand zu bringen

32 Seiten Umfang, mit 7 Abb. und **zwei großen Plänen,** mit eingedruckter 16-seitiger **Röhrenmeß-Tabelle**

Preis 5 DM. zuzügl. 20 Pfg. Versandkosten

Die lang erwartete, stark erweiterte 2. Auflage, die die auf die modernsten Röhren erweiterte **Neukonstruktion** des beliebten Röhrenprüfgerätes M 1 enthält. Ein Röhrenprüfgerät nach dem Leistungs-Prüfverfahren für alle deutschen und die meisten amerikanischen Röhrentypen. 8 Drucktasten und übersichtliche Wertetabelle ermöglichen Schnellprüfung der Röhren. 40 Fassungen nehmen insgesamt 800 Röhrentypen auf. – **Mit 2 Bauplänen in natürlicher Größe.**

FRANZIS-VERLAG, MÜNCHEN 2, LUISENSTR. 17

ELBAU-Lautsprecher
Neue Konstruktionen
Erweitertes Frequenzband

Sämtliche Lautsprecher sind mit unserer neuen zum DRP angemeldeten Zentriermembrane ausgerüstet.

Bitte Liste anfordern!

ELBAU-Lautsprecherfabrik
HINTZE & MENZEL (13b) BOGEN/DONAU

Konstrukteur für feinmechanische Geräte der Elektrotechnik, möglichst Absolvent einer Höheren Fachschule oder Höheren Technischen Lehranstalt (nicht Maschinenbauer) zum sofortigen Eintritt gesucht.

Ausführliche schriftliche Bewerbungen mit Zeugnisabschriften (lückenloser Nachweis der bisherigen Tätigkeit), handgeschriebenem Lebenslauf und Lichtbild erbeten unter Nr. 22043 an Badische Annoncen-Expedit., Karlsruhe, Zähringer Str. 90. Bewerbungen mit unvollst. Unterlagen werden nicht berücksichtigt.

Frankfurter Fach-Vertreter

beim Elektro-, Rundfunk-, Groß- u. Einzelhandel Hessens bekannt,

sucht noch Vertretung ein. erstkl. Herstellerfirma

Eigener Lieferwagen, Telefon usw. vorhanden.

Anfragen unter Nr. 3384 S

Die beim **Rundfunk, Tonstudios u. Handel** bewährten

BASF-MAGNETOPHON-BÄNDER

1000 m	Type L		DM 37.15
1000 m	„	L extra	„ 37.15
1000 m	„	LGN	„ 39.65
1000 m	„	LGD	„ 17.25
Spulenkerne	70 mm ⌀	„	0.80
Spulenkerne	100 mm ⌀	„	1.80

einschließlich Spulenkern und Archivkarton brutto.
Händlerrabatt beziehen Sie von der autorisierten Großhandlung

Heinrich Alles
Frankfurt/M., Elbestr. 10
Telef. Nr. 33506/07, 34944

1,5-kW-SENDE-TRIODE

Wir verkaufen 6 Stck. fabrikneue, strahlungsgekühlte

1,5-kW-SENDE-TRIODEN

Telefunken Type RS 15 in Originalverpackung zum Festpreis von DM 300.- pro Stück.

Institut für Instrumentenkunde in der Max-Planck-Gesellschaft, (20b) Göttingen, Bunsenstr. 10

Radio-Spezialgeschäft und Reparaturwerkstätte
mit kompl. techn. u. sonstig. Inventar, Witwenbetrieb

sucht Zusammenschluß

mit gleichartigem Fachunternehmen in günstig. Geschäftslage im Westzonenbereich (evtl. Einheirat).

Zuschriften unter 3380 Sch.

Staatl. Meisterschule f. d. Elektrogewerbe
Karlsruhe am Rhein, Adlerstraße 29

Fachschule für Elektroinstallateure, Elektromaschinenbauer, Elektromechaniker, Fernmeldemonteure und **Rundfunkmechaniker.** Ausbildung von Prüffeldtechnikerinnen und Rundfunk-Laborantinnen. Vorbereitung auf die Meisterprüfung. Ausbildung staatlich geprüfter Techniker in obigen Berufen. Beginn neuer Lehrgänge am 1. März 1951. Auskunft und Prospekt durch die Direktion.

Radio- u. Verstärkertechniker

umfassende Kenntnisse speziell auf dem Verstärkergebiet, gute Umgangsformen für die Verkaufs-Praxis, Führerschein, Erfahrungen in Tonaufnahmen, Lautsprecher-Großübertragung.
Nur beste Fachkraft an selbstständiges Arbeiten gewöhnt, in Nähe Frankfurt gesucht. Angebot mit Lohnanspruch unter Nr. 3383 E.

Anzeigen für die FUNKSCHAU sind ausschließlich an den FRANZIS-VERLAG, (13b) München 2, Luisenstraße 17, einzusenden. Die Kosten der Anzeige werden nach Erhalt der Vorlage angefordert. Den Text einer Anzeige erbitten wir in Maschinenschrift oder Druckschrift. Der Preis einer Druckzeile, die etwa 25 Buchstaben bzw. Zeichen einschl. Zwischenräumen enthält, beträgt DM 2.—. Für Zifferanzeigen ist eine zusätzliche Gebühr von DM 1.— zu bezahlen.

Zifferanzeigen: Wenn nicht anders angegeben, lautet die Anschrift für Zifferbriefe: FRANZIS-VERLAG, (13b) München 2, Luisenstraße 17.

SUCHE

UKW-Vorsatzgerät Mende. Spillner, Köln, Deutz-Kalkerstraße 66.

Philips-Kathograf GM 3152 B od. C, od. Farvigraf zu kauf. gesucht. Preisangeb. u. 3386 W.

Suche Spulenrevolver f. Tornister Eb kompl. ev. def. Ger. Ruppaur, München 8, Schneckenburgerstraße 35/II.

Röhr. EF 9, 6 F 6, CF 7, CL 4 sow. ähnl. lauf. i. größ. Meng. f. Fabrikation gesucht. Preisangeb. unt. Nr. 3378 B.

Breitbd.-Lautsprecher perm.-dynam., Spez.-Navi-Membr., Alugußkorb, 320 mm ⌀, 15 W, auch Sonderausf. 200 Ω Schwingsp., fabrikneu DM 65.—, Spez.-Ausf. f. Tonmöbel, u. UKW-Empf. Vers. u. Nachn. Betriebsberater Friedrich Ebeling, Oberdorf b. Immenstadt (Allg.).

VERKAUFE

Gegentakt-Konzert-Transformatoren Fabrikat „Malotky", Fu-Metall, gepanzert. 1: 2 × 2 u. 1: 1 × 1 statt je 65.— für DM 25.—. Spillner, Köln-Deutz, Kalkerstraße 66.

Radio-Bespannstoffe u. Rückwände. J. Trompetter, Overath, Bez. Köln.

Gr. Musikschr. m. AEG-Magnetofon (20-Volt-Verst.), 3 Lautsprech., Sup., Plattenspieler f. DM 1400.— zu verkauf. W. Kiehling, Ing., Waiblingen, Winnenderstr. 62.

Ami-Oszillogr. 10 Rö. m. 2 Ber., Wobbler 300.—, dgl. 12 Rö. Y bis 4 MHz, X bis 200 kHz 290.—, Frequ.-Messer BC 221 125 kHz...20 MHz 120.—. Anfr. unter Nr. 3377 G.

Verkaufe billigst aus Konkursmasse
Prüf- und Meßgeräte
Fachliteratur
Halbfabrikate und Einzelteile
Anfragen an RA. Dr. Fliege, Cham

Hunderte von Zuschriften gehen oft auf **Kleinanzeigen** in der **FUNKSCHAU** ein

RSD **RÖHREN** RSD

Suche laufend

Gelegenheits-Posten

gegen Kasse

Bitte unterbreiten Sie mir Angebot oder Tauschvorschläge in Röhren u. Rundfunkeinzelteilen

DER RÖHREN-SPEZIAL-DIENST

besteht 2 Jahre und hat über 1/2 Million Röhren ausgeliefert. Ein großer und treuer Kundenstamm ist Beweis für korrektes und großzügiges Geschäftsgebaren. Fordern auch Sie Angebot vom

RÖHREN-SPEZIAL-DIENST

Ing.-Büro Germar Weiss

FRANKFURT AM MAIN
Hafenstr. 57, Tel. 73642, Telegramm: Röhrenweiss

Trennschärfer

durch DREIPUNKT Bauteile:

Das regelbare **3 fach-Filter B 3** zu DM. **8.75** macht Ihren 6-Kreis zum schmiegsamen 7-Kreiser, 2 Filter B 3 zum trennscharfen 8-Kreiser!

B 9 das **Kleinbandfilter** 30 x 60 mm höchster Güte für Koffer und Heimgeräte . . . . . DM. **5.-**

Schaltersuper 601 mit 2-Bandfiltern (B 7 u. B 9) KMLG, angeb. Trimmer komplett . . . . . DM. **16.75**

Schalterkoppler 101 für leistungsfähige 1-Kreiser mit autom. W.-Sch., stufenlose A-Kopplung DM. **5.80**

Flut-Skala 5 (180 x 150 mm) neu, W.-Pl. DM. **8.75**

Dreifarb. Skala 6 (210 x 190) Schwungr. DM. **14.50**

9-kHz-Sperre 102 gegen Interf.-Störg. DM. **2.80**

Sperrkreis 105 m. Trolituldrehko . . . DM. **2.40**

Preisliste 8/50 gratis / 6-Kreis-Koffer-Baupläne DM. -.40

WILLY HÜTTER NÜRNBERG-NO, Mathildenstraße 42

LAUTSPRECHER

aus Konkursmasse

⌀ 130 NT 1 DM. 4.-, 1,5 Watt
⌀ 180 NT 2 DM. 5.-, 2,5 „
⌀ 180 NTA DM. 6.-, 3 „

Großhandel Rabatte, Prospekte anfordern, Versand per Nachnahme, Garantie für jedes Stück

RADIO-KLINIK INGELHEIM (22b)

Reparaturkarten
T. Z.-Verträge
Reparaturbücher
Außendienstblocks
Bitte fordern Sie kostenlos

Nachweisblocks
Gerätekarten
Karteikarten
Kassenblocks
unsere Mitteilungsblätter an

„Drüvela" D.R.W.Z. Gelsenkirchen

SELEN-GLEICHRICHTER

für Rundfunkzwecke: (Elko-Form)
für 250 V 20 mA zu 1.45 brutto
für 250 V 30 mA zu 1.90 brutto
für 250 V 40 mA zu 2.40 brutto
für 250 V 60 mA zu 2.80 brutto
sowie andere Typen liefert:

H. KUNZ, Abt. Gleichrichter
Berlin-Charlottenburg 4, Giesebrechtstr. 10

UMFORMER
Für Lautsprecherwagen
Transformatoren
Kleinmotore

ING. ERICH + FRED ENGEL
ELEKTROTECHNISCHE FABRIK
WIESBADEN 95
Verlangen Sie Liste F 67

25 Jahre

Radio-Menzel

Hannover, Limmerstraße 3/5

Auch im neuen Jahr leistungsfähig:
„Görler" Industrie 6-Krs.-Super-Satz mit 2 Bandfilter und Schaltplan ... 9.90
„Siemens" Haspelkern Spulensatz Mittel-Langwelle, montiert Einkreis ..... 1.50 Zweikreis ... 3.— desgleich. unmontiert Einkreis ..... —.70 Zweikreis ... 1.40
„Standard" 2 fach Drehko Lorenz vorabgegl. 1.85 10 Stück ..... 16.— Blaup. vorabgegl. 2.60
Standard Chassis vorgestanzt ungebogen 10 St. 2.—
Standard Ausg.-Trafo 8000 Ω 1.50
Elko in Alubecher 25 µF 385 V ... 1.80
Niederv. Elko Alub. 100 µF 8 Volt .. —.45 10 Stück ..... 4.— 100 µF 30 Volt .. 1.20 250 µF 15 Volt .. 1.20
Niederv. Elko Isolierr. 300 µF 8 Volt .. —.90
Netztrafo 110/220 V 2 × 280 V, 60 mA, 4 V 1,2 Amp., 4...6,3 V 3 Amp. 8.25
Mikrofontrafo Primär: 2000 Wdg. 4300 Wdg. ... —.90 Sekundär: 100 Wdg.
Becherkondensatoren 0,5 µF 500 V Arbtsp. -.15 0,5 µF 900 V Arbtsp. -.90 1 µF 160 V Arbtsp. tropenfest ... —.30
MP-Kondensatoren 1 × 0,5 µF 250 V —.40 2 × 0,5 µF 160 V —.40
Kleinbecher 3×0,1 MF 250/750 Volt ... —.30
Kellogschalter sortiert 10 Stück 5.—
Signallampe 24 V 0,075 Amp. mit Einbaufassg. rot o. weiß 18 ⌀, 10 Stück 2.20
Relais K 4 A 1000 1000 Ω 4 Ruhe-Arbeitskontakte 1.80
Sortiment Lötösenstreif. u. Klem. ca. 20 Stück 1.—
Sortiment Hf-Spulen u. -Drossel (Wehrm.) 10 St. 1.—
Röhren wie immer billig! AD 100 3.50; CC 2 1.95; EF 13 6.50; RS 241 3.20; RV 278 6.50; AZ 12 2.40; Bei Abnahme v. 10 St. ein. Type 10% Sond.-Rabatt. Ami-Röhr. in reicher Auswahl!
Und was ganz Besonderes!
2-Rohr-Mikrofonvorverst. „Telefunken" Ela VO-100 ohne R. (EF 12) 4.95
Stabilisiert. Netzgerät Gestellausführung Typ MO 722 Telef. mit Stabi 100/25 Ausgang: 100 V 14.80 desgl. jedoch mit 4 V Gleichsp. (regelbar) zusätzl. MO 721 31.50
Lautsprecher NTa-3 W mit Trafo 160 ⌀ 9.85
Lautsprecher NT4-4W m. Trafo 180 ⌀ 14.80
Vogt Topfkerne T 21/18 Hf im Bakelitetopf 10 Stück 1.80
Variometer aus FuG-10 kurz 1.60
2 Zeiß Ikon Photoelemente mit Schaltung für den Bau von Lichtsteuergeräten 1.90
Prompter Nachnah.-Versand
(Zwischenverkauf vorbehalten.)

FILZ-

Unterlagen für Radios und Mechaniker-Filzplatten in allen Größen u. sortierten Farben. Grünes Filztuch f. Ladentische, Schaukästen usw. fertig zugeschnitten.

Aloys Mansfeld, Filzwarenfabrik
NEHEIM-HÜSTEN 1
Werler Str. 66 • Telef. 2602

Kaufe laufend
amerikanische
und
europäische Röhrenposten
gegen Kasse.
Angeb. unter Nr. 3379 T

Lautsprecher-reparaturen
innerhalb drei Tagen gut und billig
Elektro-Gerätebau
W. Schneider
Hamm (Westfalen)
Wilhelmstraße 19
Eingang Kampstraße

Wegen Aufgabe der Fabrikation
Radioteile
abzugeben.
Anfr. u. Nr. 3382 P erbeten.

Lautsprecher und **Transformatoren**
repariert in 3 Tagen gut und billig

RADIO ZIMMER
K. G.
SENDEN / Jller

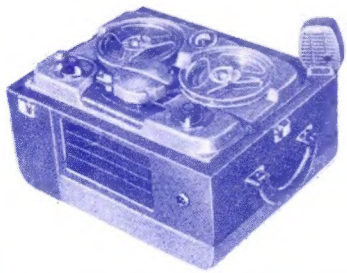
3 Stück Telwa-Kondensator-Mikrofone
erstklass. Wiedergabe neuwertig **DM. 140.-**

1 Quarz-Meß-Sender
Steeg & Reuter **350.-**

Lautsprecher-Gehäuse
Nußbaum, hochglanz poliert . . . **DM. 15.-**

Angebote unter Nummer 3381 E

Tonband-Diktiergeräte



Aus unserem Spezial-Lieferprogramm:

Band- u. Drahtrekorder

Deutsche Geräte wie:

AEG-Typ „AW 1" 19/38 cm/sek.
Opta „Ferrophon" 38/76 cm/sek.

Ausländische Geräte:

„Revere"-Bandrekorder 10 cm/sek.
„Elcor"-Bandrekorder 19 cm/sek.
„Air King"-Draht 76 cm/sek.

Siehe Funkschau Nr. 24/50 Seite 425 und Nr. 1/51 Seite 13

Fordern Sie bitte Sonderangebote an!
Liefermöglichkeit ohne Gewähr

RADIO-RIM
MÜNCHEN
BAYERSTR. 25 - TEL. 25781

Akku-Ladegerät

anschlußfertig für 2-4-6 V Ladestrom 1,2 Amp. für Kofferempfänger, Motorrad und Auto, zum Preise von DMW 42.- brutto lieferbar.

H. KUNZ, Abt. Gleichrichter
Berlin-Charlottenburg 4, Giesebrechtstr. 10

ELKOS Unger-Kleinformat

1 Jahr Garantie

25 µF 550 V, 20 ⌀, DM. 2.— n.
16 µF 550 V, 20 ⌀, DM. 1.60 n.
8 µF 550 V, 16 ⌀, DM. 1.25 n.
4 µF 550 V, 16 ⌀, DM. 1.— n.
32 µF 385 V, 20 ⌀, DM. 1.95 n.
100 µF 60 V, 16 ⌀, DM. 0.90 n.

Prompter Nachnahmeversand. Bei Nichtgefallen Geld zurück.

PAUL UNGER
Elektrotechnischer Apparatebau, Abteilung Klein-Kondensatoren
(13b) FÜSSEN / L., Augustenstraße 11

METALLGEHÄUSE

für FUNKSCHAU-Bauanleitungen und nach eigenen Entwürfen in starker, stabiler Ausführung

Bitte fordern Sie Preisliste!

Alleinhersteller für FUNKSCHAU-Bauanleitungen
PAUL LEISTNER, Hamburg-Altona 1, Clausstraße 4-6

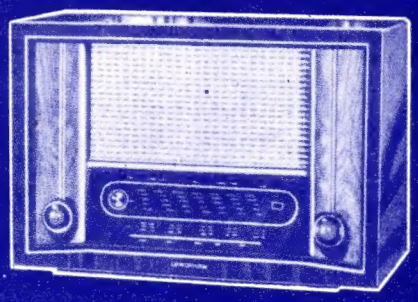
Aus unserer Meßgerätefertigung:

Neuentwicklung
UKW-Prüfsender

Typ UPS 110 M
2 Frequenzbereich. 85-105 MHz, 5-25 MHz - Hub veränderlich 0-200 kHz - Ausgang: 70 Ω unsymmetrisch 10 µV — 10 mV

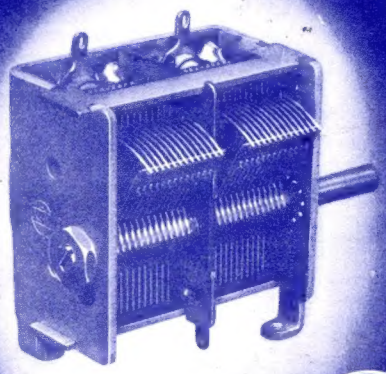
KIMMEL G. m. b. H., München 23, Osterwaldstr. 69

LUMOPHON



LUMOPHON
Radio
LUMOPHON · WERKE · G · M · B · H · NÜRNBERG

Kleinluft
Drehkondensator
235

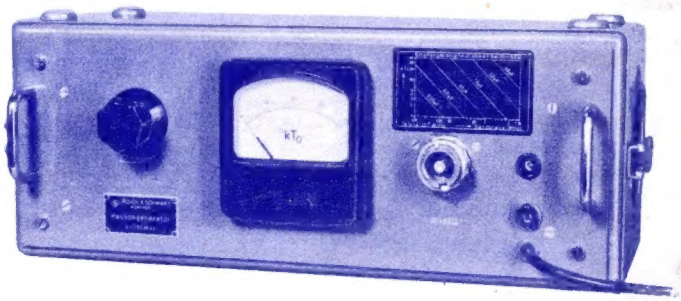


Hopt
KARL HOPT GMBH.
RADIOTECHN. FABRIK · SCHÖRZINGEN/WTTBG.

Ein Begriff für den Fachmann!

MESSGERÄTE
UND ANLAGEN FÜR DIE TONFREQUENZ-
HOCHFREQUENZ UND DEZITECHNIK

Rauschgenerator
Typ: SKTU, BN: 4151



dient zur Messung der Grenzempfindlichkeit von hochwertigen UKW-Empfängern

Frequenzbereich 3...350MHz

ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN 9 · TASSILOPLATZ 7 · TEL. 42821

212 a
Bez. 15
Schimmel Hans W.
Tel 1c/4 1ks.